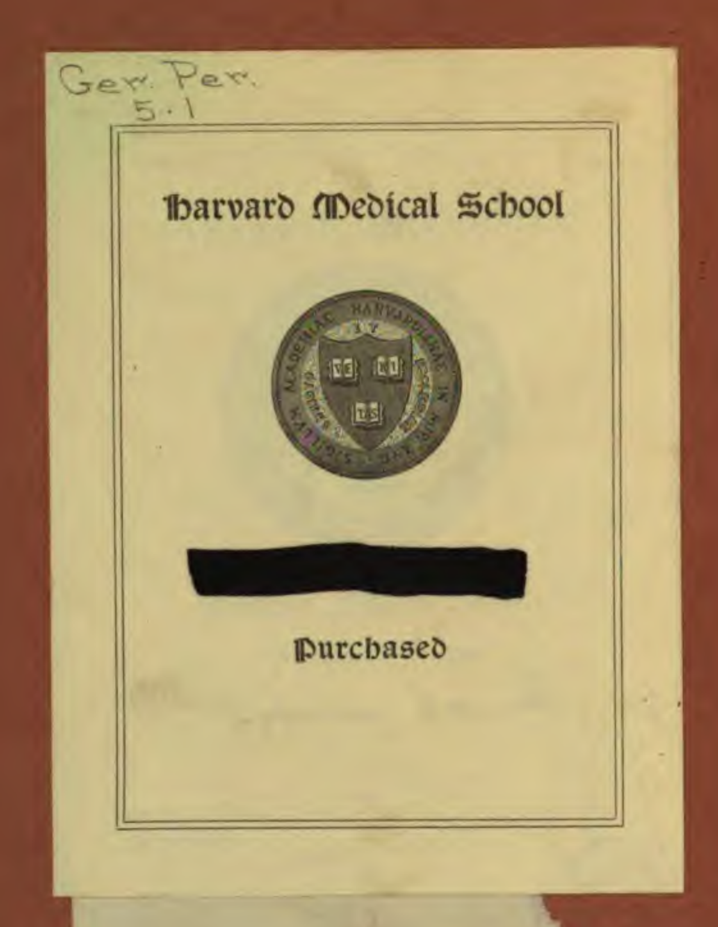
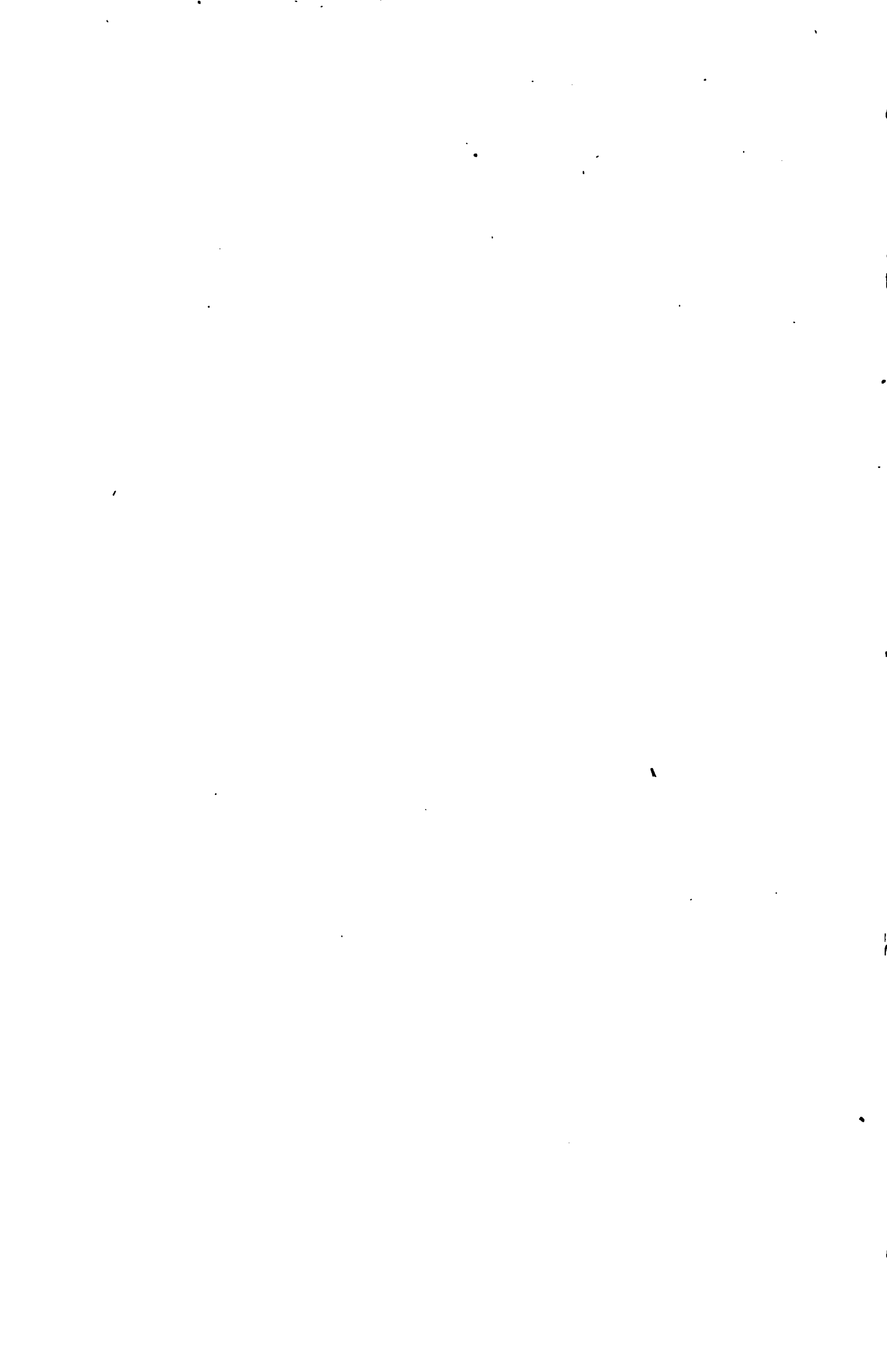
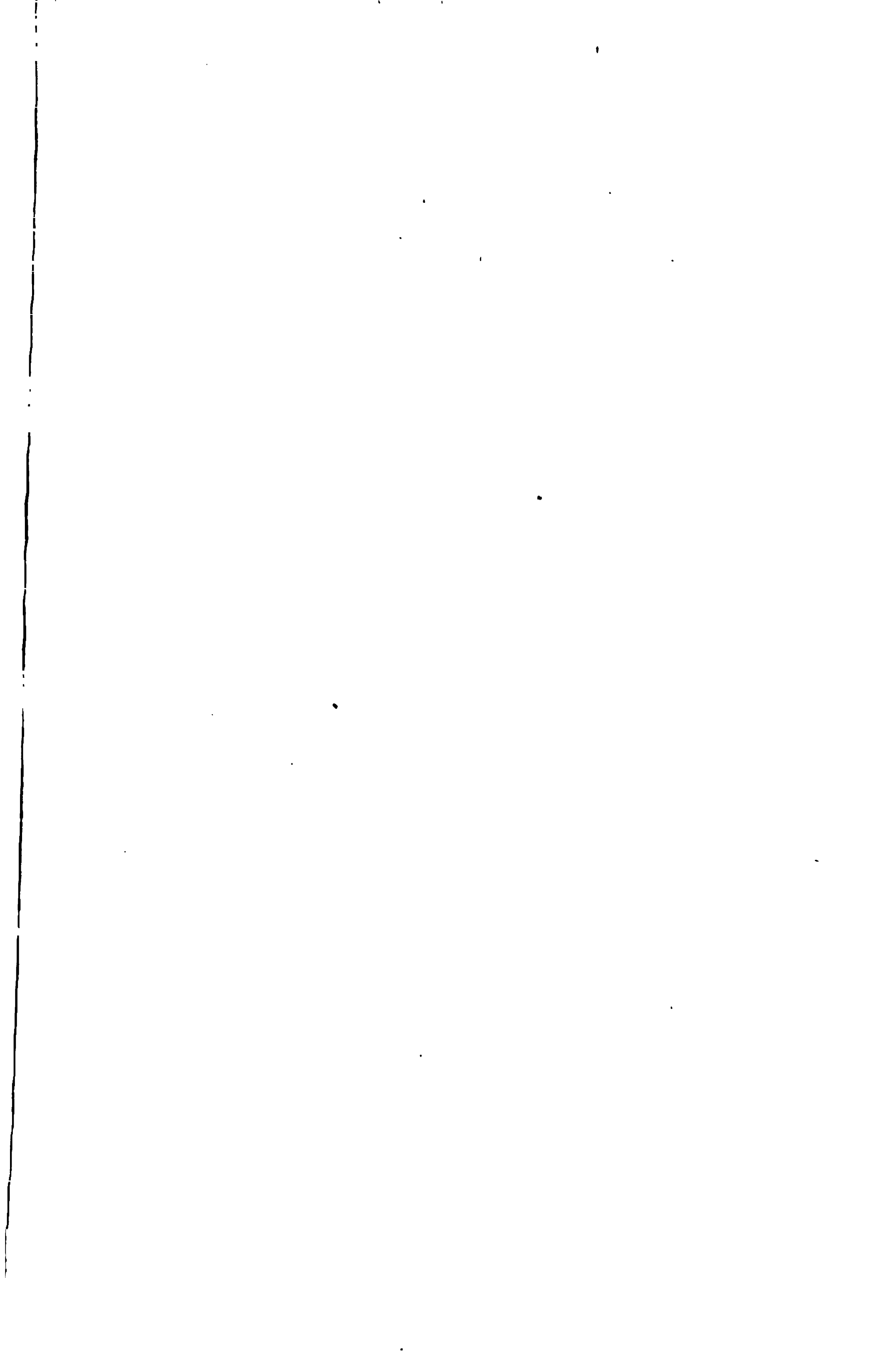



Harvard Medical School
VE
RI
TAS
Purchased









ARCHIV

FÜR

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

FORTSETZUNG DES VON REIL, REIL u. AUTENRIETH, J. F. MECKEL, JOH. MÜLLER, REICHERT u. DU BOIS-REYMOND HERAUSGEGEBENEN ARCHIVES.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILH. HIS UND DR. WILH. BRAUNE,

PROFESSOREN DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG,

UND

DR. EMIL DU BOIS-REYMOND,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

JAHRGANG 1886.

ANATOMISCHE ABTHEILUNG.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1886.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE

UND

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE.

ANATOMISCHE ABTHEILUNG DES

ARCHIVES FÜR ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE,

ZUGLEICH FORTSETZUNG DER

ZEITSCHRIFT FÜR ANATOMIE UND ENTWICKELUNGSGESCHICHTE.

UNTER MITWIRKUNG VON

PROF. AL. ECKER IN FREIBURG, PROF. W. HENKE IN TÜBINGEN, PROF. V. HENSEN IN KIEL, PROF. J. KOLLMANN IN BASEL, PROF. C. KUPFFER IN MÜNCHEN, PROF. C. LANGER IN WIEN, PROF. NATH. LIEBERKÜHN IN MARBURG, PROF. FR. MERKEL IN GÖTTINGEN, PROF. HERM. VON MEYER IN ZÜRICH, PROF. G. RETZIUS IN STOCKHOLM, PROF. NICOLAS RÜDINGER IN MÜNCHEN, PROF. G. SCHWALBE IN STRASSBURG, PROF. HERM. WELCKER IN HALLE

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILH. HIS UND DR. WILH. BRAUNE,

PROFESSOREN DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG.

JAHRGANG 1886.

MIT 22 TAFELN UND ZAHLREICHEN ABBILDUNGEN IM TEXT.

LEIPZIG,

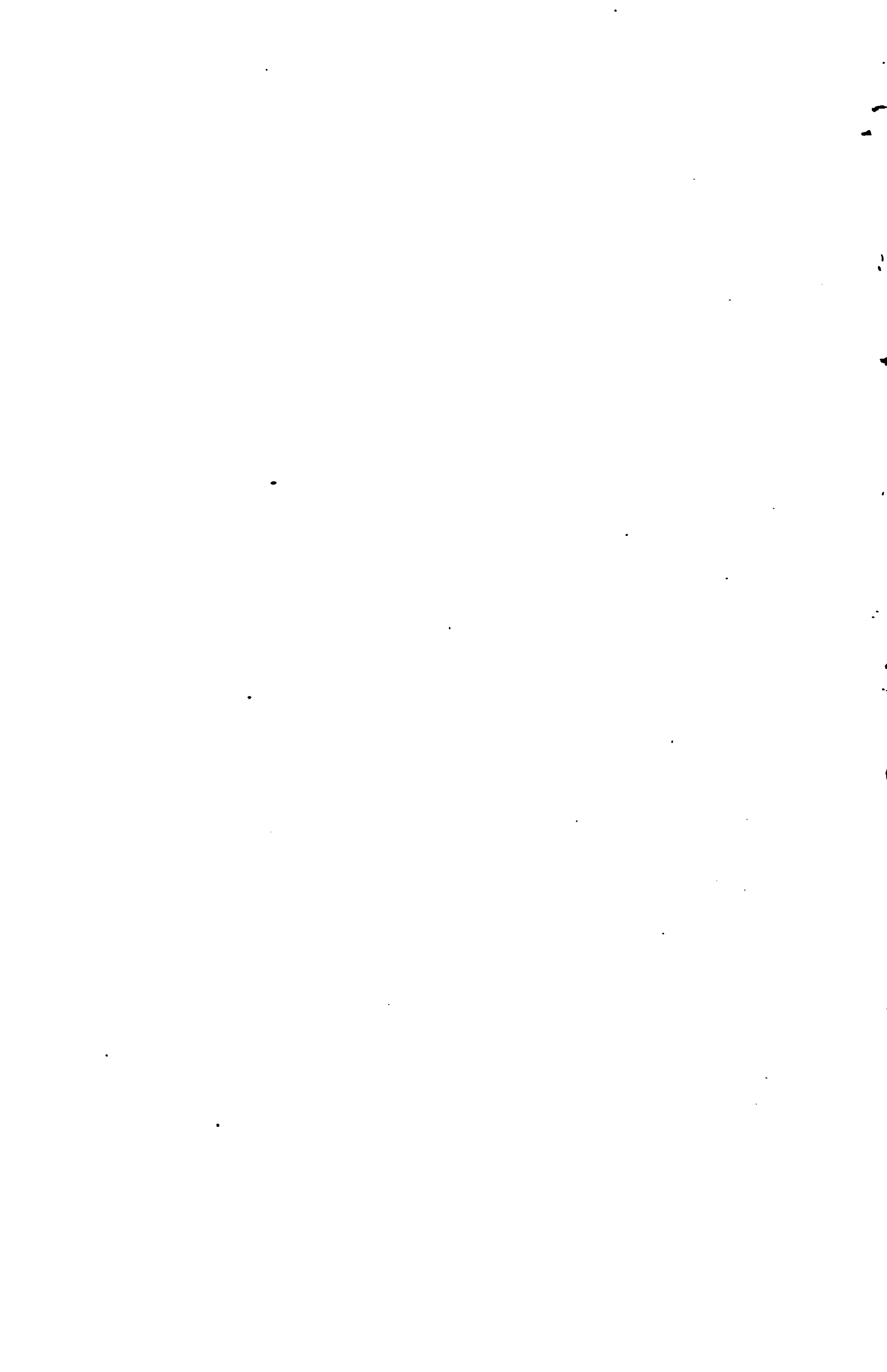
VERLAG VON VEIT & COMP.

1886.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Inhalt.

	Seite
W. Bechterew, Ueber einen besonderen Bestandtheil der Seitenstränge des Rückenmarkes und über den Faserursprung der grossen aufsteigenden Trigeminuswurzel	1
W. Braune und H. Stahel, Ueber das Verhältniss der Lungen, als zu ventilirender Lufträume, zu den Bronchien, als luftzuleitenden Röhren	5
Hans Stahel, Ueber Arterienspindeln und über die Beziehung der Wanddicke der Arterien zum Blutdruck. Erste Abhandlung	45
R. Altmann, Ueber die Verbesserungsfähigkeit der Mikroskope	64
August Froriep, Zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelsäule, insbesondere des Atlas und Epistropheus und der Occipitalregion. II. Beobachtung. (Hierzu Taf. I—III.)	69
Max Flesch, Ein weiterer Fall von Theilung der Arteria carotis interna in der Schädelhöhle	151
K. Strahl, Zur Bildung der Cloake des Kaninchenembryo. (Hierzu Taf. IV.)	156
Bernh. Solger, Ueber die Alkoholreaction normalen Gelenkknorpels. (Hierzu Taf. V.)	169
C. Hasse, Ueber die Bewegungen des Zwerchfells und über den Einfluss derselben auf die Unterleibsorgane. (Hierzu Taf. VI u. VII.)	185
Hans Stahel, Zur Anatomie und Chirurgie der Art. subclavia. (Hierzu Taf. VIII—X.)	211
W. Flemming, Die ektoblastische Anlage des Urogenitalsystems beim Kaninchen. (Hierzu Taf. XI.)	236
L. Darkschewitsch, Ueber die sogenannten primären Opticuscentren und ihre Beziehung zur Grosshirnrinde. (Hierzu Taf. XII.)	249
P. Rudloff, Ueber eine Eigenthümlichkeit der äusseren Körner	271
Richard Zander, Untersuchungen über den Verhornungsprocess. I. Mittheilung. Die Histogenese des Nagels beim menschlichen Foetus. (Hierzu Taf. XIII.)	273
Hans Stahel, Ueber Arterienspindeln und über die Beziehung der Wanddicke der Arterien zum Blutdruck. (Hierzu Taf. XIV u. XV.)	307
P. Schiefferdecker, Beiträge zur Topographie des Darmes. (Hierzu Taf. XVI.)	335
Franz Keibel, Zur Entwickelung des Glaskörpers. (Hierzu Taf. XVII.)	358
Ferdinand Hochstetter, Anomalien der Pfortader und der Nabelvene in Verbindung mit Defect oder Linkslage der Gallenblase	369
Max Flesch, Nachtrag zu den Mittheilungen über die untere Halskrümmung des Rückenmarkes	385
N. Kastschenko, Methode zur genaueren Reconstruction kleinerer makroskopischer Gegenstände. (Hierzu Taf. XVIII.)	388
A. von Gubaroff, Ueber den Verschluss des menschlichen Magens an der Cardia. (Hierzu Taf. XIX.)	395
W. Bechterew, Ueber die Bestandtheile des Corpus restiforme. (Hierzu Taf. XX.)	403
Edvard Ravn, Ueber die mesodermfreie Stelle in der Keimscheibe des Hühnerembryo. (Hierzu Taf. XXI.)	412
W. His, Ueber den Sinus praecervicalis und über die Thymusanlage. (Hierzu Taf. XXII.)	421
W. His, Nachtrag zur vorstehenden Abhandlung	428



Ueber einen besonderen Bestandtheil der Seitenstränge des Rückenmarkes und über den Faserursprung der grossen aufsteigenden Trigeminuswurzel.

Von

Prof. W. Bechterew
in Kasan.

Nach der Reihenfolge, in welcher sich die Fasern in den Seitensträngen des Rückenmarkes entwickeln, gelingt es leicht einen Abschnitt derselben auszuscheiden, der unmittelbar der Austrittsstelle der hinteren Wurzeln anliegt, indem er zwischen letzteren und dem Pyramidenstrang eingeschlossen ist. Die Fasern dieses Abschnittes, die auch im erwachsenen Rückenmark sich von denjenigen der Nachbargebiete durch ihr bedeutend geringeres Kaliber unterscheiden, beginnen ihre Markbekleidung erst bei Foeten von ca. 33 ^{cm} Länge zu erhalten, zu einer Zeit, wo bereits die gesammten Hinterstränge markhaltig erscheinen, dagegen die Pyramidenbahnen der Vorder- und Seitenstränge noch ausschliesslich aus marklosen Fasern bestehen.

Die relative Lage und Ausdehnung des in Rede stehenden Abschnittes, welcher meiner Meinung nach am besten als Hinterwurzelgebiet der Seitenstränge zu bezeichnen wäre, weist ziemlich bedeutende Schwankungen in verschiedener Höhe der Rückenmarksaxe auf. Im unteren Abschnitt des Rückenmarkes, und zwar im Sacraltheil, in der Lendenanschwellung und im unteren Abschnitt des Dorsalmarkes nimmt das Hinterwurzelgebiet der Seitenstränge den ganzen Raum zwischen der hier stark entwickelten gelatinösen Substanz Rolando's und der Peripherie des Rückenmarkes ein, indem es vorn an den Pyramidenstrang und die Grenzschicht der grauen Substanz

anstösst, und nach hinten sich etwas über den Austrittsort der hinteren Wurzeln erstreckt. Nach aufwärts von den unteren Abschnitten des Dorsalmarkes erscheint das bezeichnete Gebiet, welches hier ausschiesslich innerhalb der Grenzen der Seitenstränge liegt, in Gestalt einer schmalen Schicht in der Richtung des Austritts der hinteren Wurzeln, zwischen der Spitze des Hinterhornes und der Peripherie des Rückenmarkes, indem zugleich die Entfernung letzterer von einander zunimmt, und die gelatinöse Substanz verhältnissmässig an Ausdehnung verliert. Ein geringer Theil der Fasern des uns beschäftigenden Gebietes verläuft hier zwischen einzelnen Bündeln der hinteren Wurzeln. In den obersten Abschnitten des Brustmarkes besitzt es anscheinend die kleinste Ausdehnung; zudem ist hier der grösste Theil seiner Fasern zwischen den Bündeln der hinteren Wurzeln versprengt. In dem Halsmark dagegen steigt die Zahl der Fasern des Hinterwurzelgebietes von Neuem rasch an, und in den oberen Theilen des Halsmarkes bilden sie eine ziemlich breite Schicht längs dem ganzen äusseren Rande der gelatinösen Substanz, die hier auch in bedeutendem Maasse zunimmt; beim Uebergang in das verlängerte Mark machen sie allmählich den dickeren Fasern der aufsteigenden Trigeminuswurzel Platz.

Das beschriebene Gebiet entspricht demjenigen Theil der Seitenstränge des Rückenmarkes, auf dessen Degeneration in Fällen von Tabes dorsalis vor Kurzem Lissauer aufmerksam gemacht hat.[1] Letzterem zufolge stellen die Fasern dieses Gebiets die unmittelbare Fortsetzung der feineren Fasern der hinteren Wurzeln nach aufwärts dar. Letztere Fasern sammeln sich unmittelbar nach dem Eintritt der hinteren Wurzeln in das Rückenmark zu einem Bündel, das sich eng neben dem compacten Wurzelbündel nach aussen wendet; hier verlaufen diese Fasern eine gewisse Strecke lang in aufsteigender Richtung, und dringen dann, nachdem sie wieder einen horizontalen Verlauf nehmen, durch die gelatinöse Substanz in das Hinterhorn ein, in dessen tiefen Theilen sie sich zuletzt verlieren.

Auf Grund der Untersuchung von Rückenmarken Neugeborener, bei denen das behandelte Gebiet bereits markhaltig erscheint, kann ich Lissauer's Beschreibung, sowohl bezüglich des Ursprunges, als auch des Endschicksals seiner Fasern, vollkommen bestätigen. Auch habe ich mich durch die Vergleichung von mit Hämatoxylin, nach Weigert's Methode, gefärbten Praeparaten aus Rückenmarken Neugeborener mit ebenso gefertigten Schnitten aus fötalen Rückenmarken von weniger als 33 ^{cm} Länge überzeugt, dass in letzteren nicht nur das Hinterwurzelgebiet der Seitenstränge marklos ist, sondern auch eine gewisse Faseranzahl innerhalb der hinteren

[1] H. Lissauer, *Neurologisches Centralblatt.* 1885. Nr. 11.

Wurzeln und fast alle Fasern, die horizontal durch die äusseren Theile der gelatinösen Substanz des Hinterhornes verlaufen.

Es lässt sich also wohl schwerlich daran zweifeln, dass das Hinterwurzelgebiet der Seitenstränge aus aufsteigenden Fasern des äusseren Bündels der hinteren Wurzeln besteht, die später zum Theil durch die Rolando'sche Substanz hindurch, zum Theil letztere von aussen umbiegend, in die graue Substanz des Hinterhornes eintreten.

Der Umstand, dass die Fasern dieses Gebietes bedeutend später als die anderen Wurzelfasern mit Mark bekleidet werden, ist meines Erachtens von hervorragendem wissenschaftlichen Interesse, indem er darauf hinweist, dass sie eine besondere functionelle Bedeutung haben.

Ich halte es für angezeigt hier zu erwähnen, dass ich in Fällen von Rückenmarksdurchschneidung an Thieren stets aufsteigende Degeneration der Fasern des Hinterwurzelgebietes in geringer Ausdehnung (von 5 bis 10 — 15 mm) nach aufwärt von der Zerstörungsstelle beobachtet habe. Auch erscheinen an den in meinem Besitz befindlichen Praeparaten von Kranken, die an Tabes dorsalis litten, die Fasern dieses Gebietes, übereinstimmend mit Lissauer's Angaben, degenerirt.

Die grosse aufsteigende Wurzel des Trigeminus (Meynert: absteigende Wurzel Stilling's, racine bulbaire Duvail's), entwickelt sich, wie ich mich überzeugt habe, in sehr frühem Alter, indem sie bereits bei Foeten von ungefähr 25—28 cm Länge markhaltig erscheint, bei denen im Rückenmark markhaltige Fasern nur im Wurzelgebiet der Burdach'schen, im Grundbündel der Vorder- und Seitenstränge und — in sehr beschränkter Anzahl — innerhalb der grauen Substanz anzutreffen sind. In Anbetracht dieses Umstandes gelingt es durch die Untersuchung von Rückenmarken früher Altersperioden den Ursprung der aufsteigenden Trigeminuswurzel mit grösserer Genauigkeit zu ermitteln, als es bisher möglich war.

Die Untersuchung ununterbrochener Schnittreihen aus fötalen Rückenmarken von ungefähr 28 cm Länge zeigt, dass die in Rede stehende Wurzel im Uebergangsgebiete des Halsmarkes Medulla oblongata, etwas abwärts von und theils im unteren Abschnitte der Pyramidenkreuzung beginnt, indem sie in Gestalt einzelner kleiner aus der Zellengruppe der Basis des Hinterhorns hervortretender Bündel erscheint. Diese Bündel, die anfänglich an der Basis des Hinterhornes, nach vorn und innen von der gelatinösen Substanz gelegen sind, nehmen bald ziemlich rasch an Zahl zu, indem sie durch aus höhergelegenen Zellen entspringende Fasern verstärkt werden. Ungefähr in der Höhe der unteren Abschnitte der oberen Kreuzung, zum Theil jedoch unmittelbar unter letzterer, biegen fast alle diese den Ursprung der aufsteigenden Trigeminuswurzel bildenden Fasern und Bündelchen nach aussen um,



Der Querschnitt ist nicht genau kreisförmig, da der hintere häutige Theil der Wand, der die Lücke zwischen den Knorpelringen ausfüllt, eine ebene Fläche bildet, und die Schleimhaut derselben, wenn die Quermuskelfasern contrahirt sind, sogar in Form eines Längswulstes gegen das Lumen ebenso hervorragt, wie die häutigen Zwischenräume der Knorpelringe, wenn die Trachea sich verkürzt, als Querwülste in das Lumen vorspringen. Auch entspricht die Flächenkrümmung der Knorpelringe nicht immer einem Knorpelsegment; sie kann parabolisch, hufeisenförmig, asymmetrisch verzogen sein und nicht selten sind, namentlich bei Frauen und Kindern, die Knorpel so weich, dass sie dem Druck benachbarter Theile nachgeben, sich abplatten und unregelmässig einbiegen. Vielleicht dienen die Quermuskelfasern der hintern Wand dazu, im Leben die Elasticität und Widerstandskraft der Knorpelringe durch Spannung derselben zu erhöhen.

Seite 278

Von den beiden Bronchi ist der rechte 2.4 ^{cm} lang, 2.3 ^{cm} weit; der linke 5.1 ^{cm} lang und 2 ^{cm} weit; der rechte zählt sechs bis acht, der linke neun bis zwölf Ringe, die in Form und Dimensionen, abgesehen von ihrem geringeren Caliber der Canäle, mit den Ringen der Trachea übereinstimmen, sowie auch die Anordnung der übrigen Schichten genau derjenigen der Trachea entspricht. Beide Bronchi gehen schräg, seit- und abwärts zu ihrer Lunge, der rechte wohl nur scheinbar etwas weniger geneigt, als der linke, weil er kürzer ist; der rechte unter dem Bogen, welchen die V. azygos bildet, indem sie von der hintern Brustwand sich vorwärts zur V. cava sup. wendet; der linke unter dem Bogen der Aorta. Jeder Bronchus theilt sich gabelförmig und unter spitzem Winkel in zwei Aeste, welche linkerseits fast gleiches Caliber haben, während auf der rechten Seite der untere Ast stärker ist, aber sich nach kurzem Verlauf abermals in zwei Aeste spaltet.

Seite 287.

Die secundären Aeste der Bronchi, zwei auf der linken, drei auf der rechten Seite, verbergen sich im Hilus der Lunge zwischen Gefässen, Lymphdrüsen und den über diesen Gebilden zusammenklappenden Rändern der Lungensubstanz. Entfernt man die Gefässe und Drüsen und streift man die Lungenränder, soweit es ohne Zerreissung des Gewebes geschehen kann, zurück, so sieht man die secundären Bronchialäste unter spitzem Winkel einige Mal in kurzen Abständen sich zwei- oder dreizackig in der Weise theilen, dass das Caliber der Aeste zusammengenommen grösser, jedes einzelnen Astes aber kleiner ist, als das des Stammes, aus welchem sie hervorgehen.

Seite 284.

Die rechte und linke Lunge sind, ausser durch die Zahl und Form der Lappen, auch durch ihre Gestalt und Dimensionen verschieden. Wie erwähnt, ist die rechte Lunge voluminöser als die linke, hauptsächlich in Folge eines Uebergewichts des transversalen Durchmessers und des Flächeninhaltes der Basis. Auch der sagittale Durchmesser oder, genauer, eine vom hintern zum vordern Rand über die Oberfläche der Lunge horizontal gezogene Linie ist an der rechten Lunge meistens länger, als an der linken, weil, abgesehen von dem Ausschnitt des vorderen Randes der linken, das vordere Mediastinum, welches

beide Lungen im lufterfüllten Zustand berühren, aus der Medianebene nach links gerückt ist. Im verticalen Durchmesser sind beide Lungen am hinteren Rande fast gleich, gegen den vordern Rand nimmt die Höhe der rechten Lunge rascher ab, als die Höhe der linken, wegen des rechterseits höheren Standes des Zwerchfelles, doch wird dieser Unterschied wieder einigermaassen dadurch ausgeglichen, dass in der Regel die Spitze der rechten Lunge die der linken um 4—8 mm überragt. In Bezug auf Volumen und Gewicht verhält sich die linke Lunge zur rechten etwa wie 10:11.

Eine absolute Volumen- und Gewichtsbestimmung der Lungen ist wegen ihres wechselnden Blut- und Luftgehaltes misslich. Als mittleres Gewicht bei mässiger Anfüllung der Blutgefässe giebt C. Krause für Männer 1320, für Frauen 1050 grm an.

Die Lungen haben in völlig luftleerem Zustande ein Volumen von 694 bis 879 ccm, jedoch zusammengefallen, wie man sie in der Leiche nach Eröffnung der Pleura findet, etwa das Doppelte (Krause); ihr Volumen giebt Huschke zu 3688, Arnold zu 6805 ccm an.

Hyrtl, *Lehrbuch der Anatomie.* 17. Aufl. S. 747.

Die Länge der Luftröhre misst $3\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{2}$ Zoll. An ihrem oberen und unteren Ende finden wir sie etwas enger, als in der Mitte.

Seite 750.

Die rechte Lunge ist wegen des höheren rechtsseitigen Standes des Zwerchfelles niedriger, aber breiter als die linke, und zugleich etwas grösser.

Luschka, *Die Anatomie des Menschen.* Die Brust. S. 303.

Der Bronchus dexter ist beim erwachsenen Menschen durchschnittlich 2·4 cm lang, 2·2 cm dick und dabei etwas weniger geneigt als der linke. Er liegt theils über, theils hinter dem rechten Aste der Art. pulmonalis, vor ihm steigt die obere Hohlader herab und hinter ihm zieht die Vena azygos empor, deren Bogen sich mit seiner Concavität um den obern Umfang derselben herumlegt.

Die grössere Weite des rechten Bronchus bedingt einen stärkern Luftstrom zur rechten Lunge, womit es in Uebereinstimmung steht, dass fremde, in die Luftröhre gelangte Körper gewöhnlich gegen die rechte Lunge vorrücken und diese auch durch die ersten Athemzüge nach der Geburt stärker ausgedehnt zu werden pflegt. Sowohl durch die bedeutendere Weite des rechten Bronchus, als auch durch die Abweichung der Luftröhre gegen die rechte Thoraxhälfte wird die interessante Thatsache erklärt, dass die Stimmvibrationen, der sog. Pectoralfremitus, im gesunden Zustande der Brustorgane an der rechten Thoraxhälfte constant stärker gefühlt werden kann, als an der linken. Der Bronchus sinister hat eine viel bedeutendere, sich auf 5.1 cm belaufende Länge, während die Dicke desselben durchschnittlich nur 2 cm beträgt.

Seite 292.

Das über die obere Brustapertur hinausragende Segment einer jeden Lunge gehört ihrer abgerundeten Spitze an. Der seitlich nach vorn stark abfallende Theil derselben schreitet so über den Rand der ersten Rippe hinaus, dass er

sich allmählich im Niveau ihres vorderen und ihres hinteren Endes verliert, mit welchem letzteren denn auch der höchste Punkt der Lungenspitze zusammentrifft. Die grösste, etwa dem Halbirungspunkte des inneren Randes vom Knochen der ersten Rippe entsprechende Höhe dieses ihn überragenden Lungensegmentes beträgt beim erwachsenen Menschen 1—$1^{1}/_{2}$ cm und ist rechts gewöhnlich etwas bedeutender als links. Durch die mit dem Mechanismus der Athmung verbundene Erhebung und Senkung des ersten Rippenpaares muss selbstverständlich die Grösse der überragenden Lungenpartie einigem Wechsel ausgesetzt sein.

Seite 289.

Die rechte Lunge hat ein grösseres Volumen und Gewicht als die linke, indem sie zwar kürzer, aber breiter ist als diese, namentlich eine bedeutend grössere untere und äussere Oberfläche besitzt, so dass sich sowohl hinsichtlich des Volumens als auch des Gewichtes die linke Lunge zur rechten etwa wie 10:11 verhält.

Krause, *Handbuch der menschlichen Anatomie.* II. Bd. S. 428.

Die Summe der Querschnitte beider Bronchien ist ziemlich genau gleich derjenigen der Trachea und ebenso gleicht erstere Summe näherungsweise der Summe der Querschnitte der primären Bronchien, welche von einem Bronchus abgegeben werden. Die Höhlung des Athmungsrohres stellt insofern einen Cylinder (nicht etwa einen Kegel) dar, von 1·5 bis 2·5 □cm Querschnitt.

Seite 431.

Die linke Lunge ist schmäler und länger, die rechte breiter, kürzer, überhaupt etwas grösser als die linke: im Verhältniss wie 10 zu 9 beim männlichen, wie 8 zu 7 beim weiblichen Geschlecht. Die Spitze der rechten Lunge steht in der Regel 4—8 mm höher, als diejenige der linken.

Bis dahin sind nur sehr spärliche Notizen über die Grössenverhältnisse der Bronchien und der Lungen in den eben erwähnten Handbüchern der Anatomie aufzufinden gewesen. Die aufgeführten Zahlen über die Grössenverhältnisse der Bronchien sind entweder von vornherein nicht zu gebrauchen, wenn z. B. bloss die Durchmesser der Bronchien angegeben sind, oder es fehlt den vorhandenen Querschnittsbestimmungen der Nachweis einer genauen und fehlerfreien Methode.

Weder die Trachea noch die Bronchien sind cylindrische Röhren. Es ist deshalb mit der Angabe des Durchmessers eines Bronchus noch nicht der Flächeninhalt seines Querschnittes gegeben. Zahlreiche Messungen mit Angabe der Methode, über die Caliberverhältnisse der Bronchien angestellt zu haben, ist das Verdienst von Aeby. Aeby hat in seiner Arbeit „Der Bronchialbaum der Säugethiere und des Menschen" die Aufgabe zu lösen versucht, auf Grund von Querschnittsbestimmungen der Trachea und der Bronchien ein Bild der Architectur von dem luftführenden Röhrensysteme

bei Säugethieren und Menschen zu entwerfen. Da unserer Arbeit auch solche Messungen zu Grunde liegen und diese Messungen den Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen gebildet haben, so muss die Arbeit von Aeby, als die erste in dieser Art, eingehender berücksichtigt werden.

Zuerst die Methode: Aeby sagt in seiner Arbeit S. 66 unter dem Capitel, „Caliberverhältnisse des Bronchialbaumes“:

„In der frischen Lunge stösst die Bestimmung des Bronchialcalibers auf ziemliche Schwierigkeiten. Wir sind auch nur in sehr mangelhafter Weise darüber aufgeklärt, und doch handelt es sich hierbei um Verhältnisse, die für das Verständniss des Organs im gesunden und kranken Zustande keineswegs als bedeutungslos dürften angesehen werden. Unseren Ausgüssen (mit Rose'schem Metall) verdanken wir die erwünschte Gelegenheit, wenigstens theilweise die noch bestehenden Lücken auszufüllen und an einem ebenso treuen wie handlichen Materiale von ganz unveränderlicher Form Messungen in beliebiger Weise anzustellen. Der Ausguss führt uns das Lumen der einzelnen Bronchien verkörpert vor. Von einer übergrossen künstlichen Erweiterung kann bei dem geringen Drucke, unter welchem das Metall einfliesst, wohl kaum die Rede sein und jedenfalls ist eine allfällige, daraus entspringende Fehlerquelle nicht grösser, als diejenige, welche sich aus der Schlaffheit der frischen und leeren Bronchialröhren für die Messung ergiebt. Zudem ist die Ausdehnungsfähigkeit der gröberen Bronchen, um die es sich handelt, eine sehr beschränkte.“

„Ich habe übrigens nie unterlassen, auf den Zustand der Bronchialwandungen nach dem Ausgiessen ganz besonders zu achten und dabei in keinem einzigen Falle eine stärkere Spannung derselben vorgefunden. Hinwiederum wurden aber auch nur solche Ausgüsse zur Verwendung gezogen, welche durch die Sculptur ihrer Oberfläche und getreuen Wiedergabe der Zeichnung der Bronchialwand sich als vollkommen auszuweisen vermochten.“

„Ich will hier gleich bemerken, dass sich die knorpeligen Bronchialringe nur ausnahmsweise deutlicher abzeichnen, gewiss ein Beweis, dass von einem starken Drucke und daheriger unnatürlicher Ausweitung nicht die Rede sein kann. Dagegen kommen die Falten der Schleimhaut häufig mit grosser Deutlichkeit zum Vorschein.“

„Der Querschnitt der gröberen Luftwege ist im Allgemeinen rundlich oder leicht oval, nur ausnahmsweise in der einen Richtung etwas stärker zusammengedrückt. Ich benutzte daher zu seiner Bestimmung das Mittel, dass sich jeweilen aus dem grössten und kleinsten Durchmesser ergab, indem ich mir den Querschnitt selbst auf Grund dieses Mittels kreisförmig dachte und darnach auf seinen Inhalt berechnete. Dass damit eine absolute Genauigkeit nicht erzielt werden kann, ist selbstverständlich, der in der

Rechnung eingeführte Fehler aber auch so gering, dass er für unsere Zwecke gar nicht in Betracht kommt.“

Aeby stellt nun auf Grund seiner Messungen folgende Sätze auf:

A. a. O. S. 68.

„Die Durchmesser der Trachea wachsen stetig von oben nach unten hin und es ist daher nicht richtig, wenn Hyrtl sie von der Mitte an wieder abnehmen lässt. Die Trachea ist kein cylindrisches, sondern ein trichterförmiges Rohr, mit nach unten gekehrter Basis.“

A. a. O. S. 70.

„Der rechte Bronchus beginnt ausnahmslos mit einer beträchtlicheren Weite als der linke und zwar so, dass beide sich durchschnittlich zu einander verhalten wie 3:2. Nichts wäre indessen irriger, als daraus überhaupt ein Uebergewicht des rechten Bronchialsystems über das linke ableiten zu wollen. Davon ist gar keine Rede und was der erste Stammbronchus anfangs vor dem linken voraus hat, das verliert er schon mit der Abgabe des eparteriellen Seitenastes für den oberen Lungenlappen so gründlich, dass er nach derselben seinem Genossen nur mit Mühe das Gleichgewicht zu halten vermag.“

A. a. O. S. 71.

„Wir entnehmen hieraus (Tabelle), dass der linke Bronchus, trotzdem er hinter dem rechten an Umfang zurückbleibt, doch eine volle Hälfte des Trachealwerthes für sich in Anspruch nimmt. Beide Bronchen zusammen müssen somit einen etwas grösseren Raum einnehmen als die Trachea. Er wird dadurch gewonnen dass sie durch ihren schrägen Verlauf nicht blos unten, sondern auch seitlich an letzteren anschliessen.

Die Verjüngung der Stammbronchen geschieht in der Regel sprungweise an der Abgangsstelle eines Seitenbronchus. Die zwischenliegenden Strecken besitzen im Ganzen Cylinderform. Eine bemerkenswerthe Ausnahme hiervon macht der linke Stammbronchus von seinem Ursprunge an bis zum Abgange des ersten Seitenbronchus. Er ist in der Mitte dieser Strecke fast immer merklich verengt. Nach unten hin erweitert er sich wieder, ohne jedoch in der Mehrzahl der Fälle völlig zum anfänglichen Caliber zurückzukehren.“

A. a. O. S. 78.

„Es ist hierdurch (Tabelle der Weite des Bronchialbaumes in Procenten seines Anfangswerthes) bewiesen, dass die Weite der Bronchialbahn rechts wie links von ihrem Ursprunge an erst eine Strecke weit abnimmt, um dann über das ursprüngliche Maass hinaus wieder zuzunehmen. Die Abnahme beträgt etwa $^1/_5$ des anfänglichen Calibers und erreicht ihren Höhe-

punkt links im eparteriellen, rechts im ersten hyparteriellen Stockwerk. Dort ist bereits mit dem ersten, hier erst mit dem zweiten hyparteriellen Stockwerke das ursprüngliche Caliber wieder hergestellt, um mit jedem weiteren Stockwerk eine neue Steigerung zu erfahren. Ueberblicken wir die Luftwege in ihrer ganzen Länge, so erkennen wir, wie schon vom oberen Ende der Trachea an eine trichterförmige Erweiterung angestrebt wird. Sie schreitet stetig fort bis zur Wurzel der beiden Stammbronchen, geht aber dann in der Gegend ihrer ersten Seitenzweige auf das Endcaliber der Luftröhre zurück, um weiterhin von neuem der fortschrittlichen Richtung zu huldigen."

Das Volumen der Lunge hat Aeby so gemessen, dass er die Lungen mittels eines angehängten Gewichtes versenkte und aus der Quantität der verdrängten Flüssigkeit minus dem Volumen des Gewichtes das Volumen der Lunge bestimmte. Aus diesen Messungen folgert Aeby:

A. a. O. S. 85:

„Für die Lungen besteht kein anderer Geschlechtsunterschied als derjenige der absoluten Grösse. Sie sind beim Weibe im Durchschnitt fast genau um ein Viertel weniger umfangreich als beim Manne. Den Werth der linken Lunge finden wir um 15 Procent kleiner als denjenigen der rechten, was dem allgemein angenommenen Verhältniss von 11:10 so nahe steht, als man es bei den beträchtlichen individuellen Schwankungen nur erwarten kann. Wichtig ist in dieser Hinsicht, dass die linke Lunge keineswegs immer hinter der rechten an Ausdehnung zurück bleibt, dass sie vielmehr individuell unter Umständen grösser gefunden wird, wo nichts zu der Annahme pathologischer Veränderungen berechtigt. Auf der anderen Seite kommen hinwiederum Fälle von auffallender Kleinheit vor, so dass sich in unseren Tabellen die Extreme ziemlich genau das Gleichgewicht halten dürften."

Und zum Schluss a. a. O. S. 92:

„Es ist nicht ganz ohne Interesse, das Caliber der Lunge mit demjenigen der zuführenden Luftwege zu vergleichen. Vermittelst der bei Erwachsenen gewonnenen Mittelwerthe lässt sich dies durchführen, freilich nur in allgemeinen Umrissen, da es ja verschiedene Individuen sind, die das Material für die Luftwege und für die Lungen geliefert haben.

Die Caliber der beiden Lungen verhalten sich wie 100:85, die der zuführenden Stammbronchen wie 100:70·7."

So dankenswerth der Gedanke Aeby's auch ist, an der Hand von successiven Querschnittsbestimmungen des Bronchialbaumes die einzelnen Abschnitte des Bronchialbaumes mit einander zu vergleichen, so lassen sich doch gegen die Methode, die Aeby a. a. O. S. 66 beschreibt, gewichtige Einwände machen.

Wir wollen hier bloss einen Einwand gegen diese Methode anführen: Beim Einfüllen mit Rose'schem Metalle wird die Trachea so fixirt, dass die Lungen senkrecht nach unten hängen. Der Seitendruck dieser flüssigen Masse ist nun nach einem einfachen physikalischen Gesetze für gleiche Flächen abhängig von der Höhe der Flüssigkeitssäule und dem specifischen Gewicht derselben. Nun hat aber, um es beiläufig zu erwähnen, das Rose'sche Metall, welches aus 2 Thln. Wismuth, 1 Thl. Zinn und 1 Thl. Blei besteht, ein bedeutendes spec. Gewicht. Am Ende des linken Bronchus wird desshalb der Seitendruck grösser sein als an der Bifurcation, weil das Ende tiefer liegt. Ebenso wird die Trachea von oben nach unten durch die flüssige Metallsäule in Form eines Trichters ausgeweitet werden, da mit der Höhe der Seitendruck grösser wird. Die Trachea und die Bronchien sind aber keine aus starren, unnachgiebigen Wandungen bestehende Röhren. Wenn auch der knorpeltragende Theil der Wandung durch die flüssige Metallsäule nicht wesentlich ausgeweitet werden sollte (was übrigens zuerst zu beweisen wäre), so wird der häutige Theil ganz sicher ausgeweitet. Die flüssige Metallsäule wird (zu Folge ihrer Eigenschaft als Flüssigkeit) in jedem Querschnitt nach allen Richtungen in dieser Ebene den gleichen Druck ausüben. Es wird deshalb der Querschnitt, welche Form er vorher gehabt haben mag, vorausgesetzt, dass die Wandung des Rohres nicht starr ist, bei dieser Füllung mit flüssigem Metall annähernd die Form einer Kreisfläche annehmen. Ein Blick aber auf die Tafeln VII. VIII. IX. X des topographischen Atlas von Braune lehrt, dass die Querschnitte der Trachea für die Rechnung weder rundlich noch leicht oval sind. Es lehren diese Abbildungen aber noch ferner, dass die Querschnitte der Trachea verschiedener Höhe in ihrer Form wesentlich verschieden sind.

Unsere Methode.

Die Methode, welche gestattet, Theile des menschlichen Körpers von verschiedener Dichtigkeit zu durchtrennen, ohne dass die Lage der einzelnen Theile zu einander verändert wird, ist die Gefriermethode. Wird daher die gefrorene Trachea im Zusammenhange mit den umgebenden Weichtheilen an irgend einer Stelle rechtwinkelig zur Axe der Trachea durchschnitten, so erhalten wir den normalen Querschnitt dieser Stelle, vorausgesetzt, dass durch den Act des Gefrierens das Lumen der Trachea nicht wesentlich verändert wird. Den Nachweis, dass das Lumen der Trachea beim Gefrieren sich nicht verändert oder, wenn es sich verändert, um wie viel, müssen wir schulden, da wir während der Zeit, da diese Arbeit ausgeführt wurde, nicht vollständig über das Material verfügen konnten. Die

Frage, ob die gefrorene Trachea ein anderes Lumen habe als die normale, hätten wir auf folgende Art zu beantworten gesucht:

Die Bronchien und die Trachea werden sorgfältig mit Quecksilber gefüllt; gerade unterhalb des Ringknorpels wird mittels einer geeigneten Vorrichtung ein horizontales Capillarrohr (analog dem Capillarrohr des Bunsen'schen Eiscalorimeter) in die Trachea eingebunden. Der Stand des Quecksilberfadens vor und nach der Gefrierung des Körpers hätte angezeigt, ob eine wesentliche Aenderung des Lumens der Trachea und der Bronchien durch das Gefrieren bewirkt wurde.

Um die Querschnitte der einzelnen Theile des Bronchialbaumes mit einander vergleichen zu können, muss jeder Querschnitt senkrecht zur Axe des betreffenden Röhrenabschnittes gestellt werden. Wenn nun auch der Hals einer gefrorenen Leiche so durchsägt werden kann, dass die Trachea rechtwinkelig zu ihrer Axe durchtrennt wird, so ist ein zur Axe senkrechter Durchschnitt des Bronchus sinister in seiner natürlichen Lage nicht ausführbar. Daraus geht hervor, dass wir die Trachea und Bronchien aus ihrer natürlichen Verbindung herauslösen müssen, wenn wir die Querschnitte verschiedener Theile des Röhrensystems unter gleichen Bedingungen mit einander vergleichen wollen. Die Fehlerquelle, welche aus der Auslösung des Organes aus seinem natürlichen Zusammenhang resultirt, haftet ebenfalls unserer Methode an.

Die Ausgussmethode überhaupt aber, die gestatten würde, den Bronchialbaum in seiner natürlichen Lage und Verbindung mit der Umgebung (bei aufrechter senkrechter Stellung der Leiche) mit irgend einer erstarrenden Flüssigkeit auszugiessen hat zwei grosse Fehler, die in specifischen Gewichte und in der Volumenänderung beim Uebergang in den anderen Aggregatzustand begründet sind.

Der erste Fehler rührt her von dem verschiedenen Druck der Flüssigkeit je nach der Höhe der Flüssigkeitssäule; der zweite von der Natur des Körpers d. h. von der Grösse der Zusammenziehung oder Ausdehnung, die der flüssige Körper bei seinem Uebergang in den festen Aggregatzustand erleidet. So wird beispielsweise beim Rose'schen Metalle das hohe specifische Gewicht einen bedeutenden Fehler herbeiführen; beim Paraffin, dessen starke Zusammenziehung beim Uebergang in den festen Aggregatzustand, beim Gyps endlich ein ziemlich hohes specifisches Gewicht und eine leichte Ausdehnung beim Uebergang vom flüssigen in den festen Aggregatzustand.

Wenn wir nun auch die Fehlergrössen, welche der von uns geübten Methode anhaften, nicht bestimmen konnten, so beweisen die Resultate, zu denen wir zu Folge unserer Messungen gekommen sind, auf indirectem Wege, dass diese Fehler sehr klein sein müssen. Wir fanden nämlich, dass die Querschnitte

der Bronchien, gemessen an der Bifurcation, sich genau verhalten wie die Gewichte der zugehörigen blutleeren Lungen. Jeder Aenderung des Gewichtsverhältnisses der Lungen entspricht eine Aenderung des Querschnittsverhältnisses der zugehörigen Bronchien im gleichen Sinn. Da die Gewichte der Lungen mit hinreichender Genauigkeit bestimmt werden können, so beweist das gefundene Gesetz, dass unsere Querschnittsbestimmungen genau sind.

Diese Beziehungen der Gewichte der Lungen zu den Querschnitten der zugehörigen Bronchien erläutert folgende Tabelle:

	Gewicht der rechten Lunge.	Gewicht der linken Lunge.		Querschnitt des rechten Bronchus.	Querschnitt des linken Bronchus.
	100	70·6		100	70·4
	100	73·3		100	74·3
	100	76·0		100	75·4
	100	74·8		100	78·0
	100	80·2		100	79·5
Im Mittel	100	74·9	Im Mittel	100	75·5

Es erübrigt nur noch, nachdem wir dargelegt haben, dass die von uns geübte Gefriermethode genaue Messungen ermöglicht, die Methode kurz zu beschreiben.

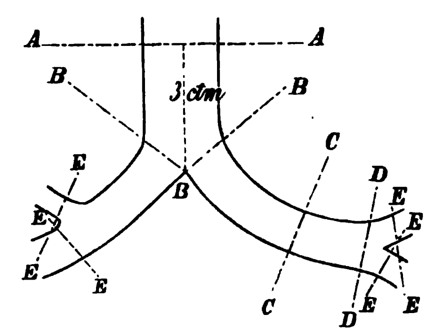
Die Trachea und Bronchien wurden, nachdem der etwa auf der Schleimhaut haftende Schleim entfernt und die Schleimhaut mit Fliesspapier abgetrocknet war, zum frieren gebracht und dann 3—4 ^{mm} dicke Querschnitte mit einem zweischneidigen, planen Messer angefertigt. Die Schnitte wurden noch gefroren mittels des von His angegebenen Zeichenapparates gezeichnet und der Flächeninhalt des 4 Mal vergrösserten Querschnittes mit dem Amsler'schen Planimeter bestimmt. Es ergab sich, dass wir bis auf 1 $^{\square mm}$ genau den Flächeninhalt bestimmen konnten.

Einer anderen Methode, nach der wir anfangs die Messungen ausgeführt haben, wollen wir noch in Kürze Erwähnung thun. Sie besteht darin, dass Trachea und Bronchien in $^1/_2$ procentiger Chromsäurelösung 6 bis 8 Stunden gelegt wurden. Nach Verfluss dieser Zeit sind die Objecte bereits so erhärtet, dass man mit Leichtigkeit Schnitte von beliebiger Dicke anfertigen kann, ohne dass das Lumen durch den Act des Schneidens verändert wird. Das Lumen der Luftröhre wird aber durch die Einwirkung der Chromsäure auf die Wandungen etwas verengert. Doch darf man mit grosser Wahrscheinlichkeit schliessen, dass die Verengerung des Lumens alle Theile des Luftröhrensystems gleichmässig betrifft. Wir werden desshalb die nach der Chromsäuremethode ausgeführten Messungen ebenfalls aufführen und diesen Messungen zur Unterscheidung von den Messungen, welche nach der Gefriermethode ausgeführt wurden, das Zeichen *chr.* voraussetzen.

Messungen.

Zur Bestimmung der Querschnittgrössen wurden stets an bestimmten Stellen des Bronchialbaumes Querschnitte angelegt. Nachstehendes Schema hat den Zweck, den Leser rasch über unsere Messpunkte zu orientiren. An jedem Röhrenabschnitte wurde der Querschnitt so angelegt, dass die Ebene des Querschnittes senkrecht zur Axe des betr. Röhrenabschnittes stand.

A A Querschnitt der Trachea 3 cm oberhalb der Bifurcation.
B B Querschnitt des rechten und linken Bronchus an der Bifurcation.
C C Querschnitt des linken Bronchus in der Mitte seiner Länge.
D D Querschnitt des linken Bronchus am Ende.
E E Querschnitt der Aeste des rechten und linken Bronchus.



A. Messungen von Tracheen und Bronchien normaler Lungen vom Menschen.

I., II., III., IV. und V. Fall (Chr.).

I. Männlich. 63 Jahre. Todesursache: Apoplexia cerebri.

II. Ca. 30jährige, kräftige, mittelgrosse, weibliche Leiche. Todesursache: Ertrinkungstod. Beide Lungen ganz normal. Gewicht der rechten Lunge 365 grm. Gewicht der linken Lunge 344 grm.

III. Ca. 22 Jahre alte, mittelgrosse, männliche Leiche. Todesursache: Lungenschusswunde links mit Abreissung des linken Bronchus an seiner Theilung in die zwei Hauptäste. Beide Lungen gesund, lufthaltig.

IV. Mittelgrosser kräftiger Körper, männlich. 40—50 Jahre. Todesursache: Erhängungstod.

V. Starker musculöser Körper, männlich, ca. 25 Jahre. Todesursache: Erstickungstod. Ausser Emphysem des linken und rechten oberen Lappens Lungen normal.

Querschnitt der Trachea $2^1/_2$, bez. 3 cm über der Bifurcation				
180	129·3	218·7	—	189·3
Querschnitt des rechten Bronchus an der Bifurcation				
101·8	78·7	146·8	152·5	128·7
Querschnitt des oberen Astes des rechten Bronchus				
—	29·3	47·5	41·2	—

Querschnitt des unteren Astes des rechten Bronchus

—	53·7	81·2	101·8	—

Querschnitt des linken Bronchus an der Bifurcation

82·3	63·1	121·8	109·3	95·0

Querschnitt des linken Bronchus, Mitte

—	63·1	112·5	97·5	76·8

Bei Fall V beträgt die Länge des linken Bronchus 4·8 cm, dessen Querschnit am Ende 74·3, des obere Astes 32·5, des untere Astes 23·7.

Summe der Querschnitte beider Bronchien:

184·1	141·8	268·6	261·8	223·7

Wird der Querschnitt der Trachea = 100 gesetzt so ist die Verhältnisszahl der Summe beider Bronchien:

102·2	109·6	122·8	—	118·1

für den rechten Bronchus

56·5	60·8	67·1	—	67·9

für den linken Bronchus

45·7	48·8	55·6	—	50·2

Verhältniss des rechten zum linken Bronchus ersterer = 100 gesetzt

80·8	80·1	82·9	71·6	73·8

Summe der Querschnitte am oberen und unteren Ast des rechten Bronchus

—	83	128·7	143	—

Verhältniss zum ungetheilten Stamm (dieser = 100 gesetzt)

—	105.4	87·6	93·7	—

Wird für Fall V der linke Bronchus an der Bifurcation = 100 gesetzt, so ist das Verhältniss

in der Mitte 80·8 am Ende 78·2

Der Querschnitt am Ende verhält sich zur Summe der Aeste wie 100:75·6.

VI., VII., VIII., IX., X. und XI. Fall (Chr.).

VI. Mittelgrosse, männliche, kräftige Leiche, Alter zwischen 25 und 30 Jahren. Todesursache: Erhängungstod.

VII. Kräftige, musculöse, männliche Leiche. Alter ca. 50—60 Jahre. Todesursache: Erhängungstod.

VIII. Ca. 30 bis 35 jährige, männliche Leiche. Todesursache: Erhängungstod. Gewicht der rechten Lunge 741 grm. Gewicht der linken Lunge 593 grm.

IX. Ca. 15 jährige, männliche Leiche. Todesursache: Erhängungstod. Länge der Trachea vom Kehlkopf bis zur Bifurcation 7·8 cm.

X. Ca. 25 jährige, männliche Leiche. Todesursache: Erhängungstod.

XI. Sehr kräftige, ca. 35 jährige männliche Leiche. Todesursache: Erhängungstod.

Querschnitt der Trachea 3bez. 7·8 ^{cm} über der Bifurcation

204·3	220·0	289·3	85·6	260·0	271·8

Querschnitt des rechten Bronchus an der Bifurcation

123·7	133·7	175·0	72·5	143·1	135·0

Querschnitt des oberen Astes des rechten Bronchus

—	50·0	—	21·8	—	—

Querschnitt des unteren Astes des rechten Bronchus

—	76·2	—	44·3	—	—

Querschnitt des linken Bronchus an der Bifurcation

103·1	110·6	133·7	58·7	103·7	98·1

Querschnitt des linken Bronchus Mitte

—	87·5	111·2	—	69·3	96·2

Querschnitt des linken Bronchus Ende

70·0	98·1	117·5	—	81·2	78·7

Bei Fall VII Summe der Querschnitte der Aeste des linken Bronchus 90.

Bei Fall IX beträgt der Querschnitt der Trachea zwischen 7·8 und 3·6 ^{cm} von der Bifurcation 120·6, 3·6 ^{cm} über der Bifurcation 124·3, 3·6 ^{cm} und Bifurcation 111·2.

Summe der Querschnitte beider Bronchien

226·8	244·3	308·7	131·2	246·8	233·1

Wird der Querschnitt der Trachea = 100 gesetzt, so ist die Verhältnisszahl der Summe beider Bronchien

111·0	111·0	106·7	117·9	94·9	85·7

für den rechten Bronchus

—	60·7	60·4	65·1	55·0	49·6

für den linken Bronchus

—	50·2	46·2	52·7	39·8	36·1

Verhältniss der rechten zum linken Bronchus, ersterer = 100 gesetzt

83·3	82·7	76·4	80·9	72·4	72·6

Summe der Querschnitte am ob. und unt. Ast des rechten bez. linken Bronchus

—	90	—	66·1	—	—

Verhältniss zum ungetheilten Stamm (dieser = 100 gesetzt)

—	91·7	—	91·1	—	—

Wird der linke Bronchus an der Bifurcation = 100 gesetzt, so ist das Verhältniss

in der Mitte

—	79·1	83·1	—	66·8	98·0

am Ende

67·8	88·7	87·8	—	78·3	80·2

Tabelle I

der Verhältnisszahlen der Querschnitte des rechten und linken Bronchus gemessen an der Bifurcation.

Nummer	Alter Jahre	Geschlecht männlich	Geschlecht weiblich	Querschnitt des rechten Bronchus	Querschnitt des linken Bronchus
I	63	1	—	100	80·8
II	30	—	1	100	80·1
III	22	1	—	100	82·9
IV	40—50	1	—	100	71·6
V	25	1	—	100	73·8
VI	25—30	1	—	100	83·3
VII	50—60	1	—	100	82·7
VIII	30—35	1	—	100	76·4
IX	15	1	—	100	80·9
X	25	1	—	100	72·4
XI	35	1	—	100	72·6
		Mittel aus 11 Messungen		100	77·95

Die Verhältnisszahlen dieser Reihe liegen zwischen

100:71·6

100:83·3

Aus Tabelle I geht hervor, dass der Querschnitt des rechten Bronchus in allen elf zur Untersuchung gekommenen, normalen, menschlichen Lungen grösser ist als der Querschnitt des linken Bronchus. Es geht ferner aus dieser Tabelle hervor, dass der Querschnitt des rechten Bronchus zu dem Querschnitt des linken Bronchus (beide gemessen an der Bifurcation) in einem bestimmten, nur in geringer Breite schwankenden Verhältnisse steht. Es verhält sich der Querschnitt des rechten Bronchus zu dem des linken im Mittel aus elf Messungen wie

100:77·9.

Aus nebenstehender Tabelle II ersehen wir, dass unter zehn normalen menschlichen Lungen der Querschnitt der Trachea ca. 3 ^{cm} oberhalb der Bifurcation gemessen

in 8 Fällen kleiner als die Summe der Querschnitte der Bronchien,

in 2 Fällen grösser als die Summe der Querschnitte der Bronchien ist.

Wegen des Wechsels im Caliber der Trachea musste, da wir aus äusseren Gründen nur über ihren untersten Theil verfügen konnten, an einer ganz bestimmten Stelle die Messung der Trachealichtung ausgeführt werden und zwar wurde der Querschnitt 3 ^{cm} oberhalb der Bifurcation angelegt.

Tabelle II
der Verhältnisszahlen der Querschnitte der Trachea und der Summe der Querschnitte der Bronchien.

Nummer	Alter Jahre	Geschlecht		Querschnitt der Trachea	Summe der Querschnitte der Bronchien.
		weiblich	männlich		
I	63	1	—	100	102·2
II	30	—	1	100	109·6
III	22	1	—	100	122·8
V	25	1	—	100	118·1
VI	25—30	1	—	100	111·0
VII	50—60	1	—	100	111·0
VIII	30—35	1	—	100	106·7
IX	15	1	—	100	117·9
X	25	1	—	100	94·9
XI	35	1	—	100	85·7
		Mittel an 10 Messungen		100	107·9

Successive Querschnittsbestimmungen der ganzen Trachea der normalen Lunge einer 15jährigen, männlichen Leiche (s. Fall IX) ergaben, dass das Lumen der Trachea in den einzelnen Abschnitten sich folgendermaassen verhält: die Trachea hat unmittelbar unter dem Kehlkopf den geringsten Querschnitt; von da ab vergrössert sich der Querschnitt stetig bis ungefähr zur Mitte, wo er sein Maximum erreicht, um von da ab bis 3^{cm} über der Bifurcation wieder abzunehmen; von dieser Stelle ab erfährt sie wieder eine Erweiterung, die schliesslich in die Querschnitte der beiden Bronchien übergeht.

Es sind demnach sämmtliche Querschnitte der Trachea vom Ringknorpel bis oberhalb der Bifurcation kleiner, als die Summe der Querschnitte der beiden Bronchien.

Die Behauptung Aeby's, dass die menschliche Trachea ein trichterförmiges Rohr mit nach unten gekehrter Basis sei, ist demnach unrichtig, ebenso die Behauptung von Sée und Krause, dass die menschliche Trachea ein cylindrisches Rohr darstelle.

Tabelle III.
der Verhältnisszahlen der Querschnitte der Bronchien und der Summe der Querschnitte der Aeste.

Nummer	Alter Jahre	Geschlecht.		Querschnitte der Bronchien	Summe der Querschnitte der Aeste
		weiblich	männlich		
II	30	—	1	100 r	105·4 r
III	22	1	—	100 r	87·6 r
IV	40—50	1	—	100 r	93·7 r
V	25	1	—	100 l	75·6 l
VII	50—60	1	—	100 r	94·4 r
				100 l	91·7 l
IX	15	1	—	100 r	91·1 r

Der Querschnitt des rechten Bronchus, gemessen an der Bifurcation sowohl, wie der des linken ist grösser als die Summe der Querschnitte seiner Aeste. In einem von sechs Fällen ist die Summe der Querschnitte der Aeste grösser als der Querschnitt des zugehörigen Bronchus.

Tabelle IV.

der Verhältnisszahlen der Querschnitte des linken Bronchus an der Bifurcation und des linken Bronchus in der Mitte seiner Länge.

Nummer	Alter Jahre	Geschlecht		Querschnitt des linken Bronch. an der Bifurcation	Querschn. des linken Bronch. Mitte
		männlich	weiblich		
II	30	—	1	100	100
III	22	1	—	100	92·3
IV	40—50	1	—	100	100
V	25	1	—	100	80·8
VII	50—60	1	—	100	79·1
VIII	30—35	1	—	100	83·1
X	25	1	—	100	66·8
XI	35	1	—	100	98
		Mittel aus 8 Messungen		100	87·5

Die Verhältnisszahlen dieser Reihe liegen zwischen

100:66·8

und 100:100

Tabelle V.

der Verhältnisszahlen der Querschnitte des linken Bronchus an der Bifurcation und des linken Bronchus kurz vor Abgabe seiner Aeste.

Nummer	Alter Jahre	Geschlecht		Querschnitt des linken Bronch. an der Bifurcation	Querschn. des linken Bronch. am Ende
		männlich	weiblich		
IV	40—50	1	—	100	89·1
V	25	1	—	100	78·2
VI	25—30	1	—	100	67·8
VII	50—60	1	—	100	88·7
VIII	30—35	1	—	100	87·8
X	25	1	—	100	78·3
XI	35	1	—	100	80·2
		Mittel aus 7 Messungen		100	81·4

Die Verhältnisszahlen dieser Reihe liegen zwischen

100:67·8

und 100:89·1

Der linke Bronchus verjüngt sich bei normalen menschlichen Lungen von der Bifurcation ab bis zur Abgabe der Hauptäste; und zwar ist das Verhältniss des Querschnittes des linken Bronchus an der Bifurcation, verglichen mit dem Querschnitte des linken Bronchus in der Mitte seiner Länge, im Mittel aus 8 Messungen an normalen Lungen

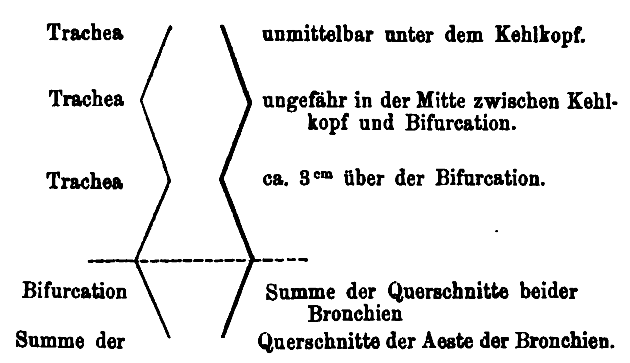
100:87·5

Das Verhältniss des Querschnittes des linken Bronchus an der Bifuraction zu dem Querschnitte des linken Bronchus kurz vor Abgabe seine Aeste im Mittel aus sieben Messungen an normalen Lungen

100:81·4.

Bei dem rechten Bronchus verhinderte uns die Kürze des Rohres, ähnliche Messungen auszuführen.

Fassen wir Alles zusammen, so stellen die Trachea und die Bronchien ein Röhrensystem mit abwechselnden Erweiterungen und Verengerungen dar. Nachfolgendes Flächenschema soll diese Verhältnisse recht prägnant zum Ausdruck bringen.



In einem ähnlichen Verhältnisse wie beim Menschen stehen beim Hunde die Querschnitte der Bronchien zu einander; ebenso bei Katzen, Schafen, welche wir nach dieser Richtung zu untersuchen, Gelegenheit hatten. Wir lassen demnach diese Messungen hier folgen.

B. Messungen an Trachea und Bronchien normaler Lungen vom Hunde.

No. I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII und IX. Hund.

I—III Lungen normal.

IV Mit Chloral vergiftet.

V Lungen normal.

VI—VII Lungen normal. Verblutungstod.

VIII Lungen normal.

IX Lungen blutreich, sonst normal

Querschnitt der Trachea 3 cm bez. 7·2 cm über der Bifurcation								
268·7	124·3	84·3	90·0	293·7	179·3	196·8	305·0	—
Querschnitt des rechten Bronchus an der Bifurcation								
235·6	75·0	48·7	73·7	210·0	109·3	148·1	183·7	—
Querschnitt des rechten Bronchus vor der Theilung in seine Aeste								
223·7	—	—	—	—	—	—	—	—
Querschnitt des linken Bronchus an der Bifurcation								
177·5	61·8	34·3	50·6	146·2	82·5	115·6	156·2	—
Querschnitt des linken Bronchus vor der Theilung								
137·5	—	—	—	—	—	—	—	—
Querschnitt des linken Bronchus Ende								
—	—	—	—	—	—	80·6	112·5	—

Bei Nr. II beträgt der Querschnitt der Trachea 5·2 cm über der Bifurcation 114·3, 3·3 cm ücer der Bifürcation 115·6, 2 cm über der Bifurcation 113·7.

Summe der Querschnitte beider Bronchien								
413·1	136·8	83·0	124·3	366·2	191·8	263·7	329·9	—
Wird der Querschnitt der Trachea = 100 gesetzt, so ist die Verhältnisszahl der Summe beider Bronchien								
153·7	118·3	98·4	138·1	124·6	138·8	133·9	118·5	—
Verhältniss des rechten zum linken Bronchus ersterer = 100 gesetzt								
75·3	82·4	70·4	68·6	74·3	75·4	67·7	79·5	78·0
Wird der linke Bronchus an der Bifurcation = 100 gesetzt, so ist das Verhältniss am Ende								
—	—	—	—	—	—	69·7	76·9	—

Bei Nr. I.

Rechter Bronchus Teilung 94·9 Linker Bronchus Theilung 77·4.

Einige Messungen an Katze und Schaf.

Nr. X und XI. Katze.

X. Lungen normal.
XI. Mit Atropin vergiftet.

Querschnitt des rechten Bronchus an der Bifurcation	
18·7	25.0
Querschnitt des linken Bronchus an der Bifurcation	
11·2	15·0
Verhältniss des rechten zum linken Bronchus, ersterer = 100 gesetzt	
59·8	60

Nr. XII und XIII. Schaf.

Normale Lungen.

Querschnitt des rechten Bronchus an der Bifurcation

	58·7	71·8
Querschnitt des eparteriellen Bronchus		
	18·1	34·3
Summa	76·8	106·1
Querschnitt des linken Bronchus an der Bifurcation		
	49·3	80·6

Verhältniss des rechten und epartiellen zum linken Bronchus, erstere = 100 gesetzt

64·1	75·9

Tabelle I.

Nummer	Art der Thiere.	Querschnitt der Trachea	Summe der Querschnitte der Bronchien
I	Hund	100	153·7
II	„	100	118·3
III	„	100	98.4
IV	„	100	138.1
V	„	100	124·6
VI	„	100	138·8
VII	„	100	133·9
VIII	„	100	118·5
Mittel aus 8 Messungen		100	128·0

Tabelle II.

Nummer	Art der Thiere.	Querschn. des recht. Bronch. Bifurcation	Querschn. des linken Bronch. Bifurcation.
I	Hund	100	75·3
II	„	100	82·4
III	„	100	70·4
IV	„	100	68·6
V	„	100	74·3
VI	„	100	75·4
VII	„	100	78·0
VIII	„	100	79·5
IX	„	100	67·7
Mittel aus 9 Messungen		100	74·6

Tabelle III.

Nummer	Art der Thiere.	Querschn. des r. u. l. Bronch. Bifurcation	Querschn. des r. u. l. Bronch. kurz vor der Theilung in die Aeste.
I	Hund	100 r 100 l	94·9 r 77·4 l
VII	"	100 l	69·7 l
VIII	"	100 l	76·9 l
Mittel aus 3 Messungen		100 l	74·6 l

Aus diesen Tabellen ersehen wir:

1. Auch bei Hunden ist der Querschnitt der Trachea kleiner als die Summe der Querschnitte der Bronchien. In einem einzigen von acht Fällen fand sich, dass der Querschnitt der Trachea grösser war, als die Summe der Querschnitte der Bronchien. Eine gleiche Abweichung von der Regel haben wir bereits früher an zwei Lungen vom Menschen constatirt. Zur Zeit lässt sich nichts anführen, was zur Erklärung dieser Erscheinung dienen könnte.

2. Auch beim Hunde steht der Querschnitt des rechten Bronchus zu dem Querschnitt des linken in einem bestimmten, in nur geringer Breite schwankenden Verhältniss. Der Querschnitt des rechten Bronchus verhält sich zu dem des linken wie

   100 : 74·6

   Die einzelnen Verhältnisszahlen dieser Reihe liegen zwischen

   100 : 67·7

   und 100 : 82.4

3. Wie beim Menschen, so ist auch beim Hunde der Querschnitt des linken Bronchus an der Bifurcation grösser als der Querschnitt des linken Bronchus kurz vor der Theilung in seine Aeste. Beim Hunde waren wir in der Lage, ähnliche Messungen auch am rechten Bronchus auszuführen. Diese Messungen ergaben, dass beim Hunde der Querschnitt des rechten Bronchus an der Bifurcation grösser war, als der Querschnitt des rechten Bronchus kurz vor der Theilung in seine Aeste.

Wir ersehen ferner aus diesen Tabellen, dass beim Hunde, ähnlich wie beim Menschen, die Trachea und die Bronchien ein Röhrensystem mit abwechselnden Erweiterungen und Verengerungen darstellen.

Bei Katzen und Schafen haben wir ähnliche Verhältnisse, wie beim Hunde. Auch bei diesen Thieren fand sich, dass der Querschnitt des rechten Bronchus stets grösser war, als der Querschnitt des linken. Bei

Schafen scheint der Querschnitt des rechten Bronchus plus eparteriellem Aste zu dem Querschnitte des linken Bronchus ebenfalls in einem bestimmten nur in geringer Breite schwankenden Verhältnisse zu stehen.

Die Wiederholung dieser beim Menschen gefundenen Thatsachen beim Hunde weist darauf hin, dass die Formation des Bronchialrohres nicht allein durch morphologische Gesetze bedingt ist, sondern dass sie in Beziehung steht zu physikalischen Vorgängen. Welche physikalischen Vorgängen bei der Luftbewegung während der Inspiration und Exspiration in dem Bronchialrohr sich abspielen, ist zur Zeit noch unbekannt.

Wir könnnen vorerst nur untersuchen, ob physikalische Vorgänge überhaupt einen Einfluss auf die Formation des Bronchialrohres auszuüben im Stande sind. In dieser Beziehung wären Querschnittsbestimmungen des Bronchialrohres vom neugeborenen Kinde von sehr grossem Werthe gewesen. Diese Messungen hätten uns gezeigt, ob das Bronchialrohr Neugeborener genau so angelegt ist, wie wir dasselbe bei Erwachsenen kennen gelernt haben, oder ob und wie das Bronchialrohr des Neugeborenen sich von demjenigen des Erwachsenen unterscheide. Wegen der Kleinheit der Objecte fallen die Fehlerquellen, wenn sie auch gering sind, bei der Messung zu sehr in's Gewicht. Wir konnten aus diesen Gründen die gestellte Frage nicht beantworten. Wir verfügen blos über eine Gewichtsbestimmung der Lungen beim neugeborenen Kinde. In diesem Falle verhielt sich das Gewicht der rechten Lunge zu dem Gewicht der linken wie

100 : 85.

So viel lässt sich sagen, dass die Gewichte solcher Lungen, welche eben erst einige Stunden geathmet haben, ungefähr in dem gleichen Verhältnisse stehen, wie die Gewichte der Lungen Erwachsener. Gewichtsbestimmungen der Lungen von menschlichen Foeten hatten wir aus Mangel an Material nicht ausführen können.

Ist nun überhaupt, so sagten wir uns, die Weite des Bronchialrohres abhängig von der Grösse des Luftvolumens, welches bei jeder Inspiration in die Lungen dringt, so müssen eine Verkleinerung oder Vergrösserung des inspiratorischen Luftvolumens, vorausgesetzt, dass physikalische Vorgänge Einfluss auf die Weite des Bronchialrohres haben, eine grössere oder geringere Weite des Bronchialrohres bedingen. Die Grösse des Luftvolumens, welches in die Lunge dringt, hängt aber ab von der Capacität der letzteren. Es war also zu untersuchen, ob das Verhältniss der Querschnitte der beiden Bronchien bei Krankheit einer Lunge geändert wird und wie. Im Folgenden führen wir die Messungen an Trachea und Bronchien pathologischer Lungen an.

C. Messungen an Trachea und Bronchien pathologischer Lungen.

I., II., III., IV., V., VI., VII., VIII. und IX. Fall (Chr.)

I. Kräftiger, mittelgrosser Körper, männlich, Alter ca. 35 Jahre. Todesursache: Ertrinkungstod. Sectionsbefund: Luft- und Blutgehalt der beiden Lungen der gleiche. Linke Lunge in ganzer Ausdehnung verwachsen, mit Ausnahme der Spitze und der vorderen Ränder. Die Adhaesion konnte mit Leichtigkeit von der linken Lunge abgelöst werden, ohne dass die Lunge dabei einriss. Gewicht der rechten Lunge 456^{grm}, Gewicht der linken Lunge $396 \cdot 5^{grm}$.

II. Gracile, männliche Leiche. Todesursache: Erhängungstod. Sectionsbefund: Rechte Lunge hinten und oben verwachsen. Linke Lunge frei. Beide Lungen lufthaltig, oedematös, hyperämisch. Nachdem beiderseits die Drüsen im Hylus entfernt und Bronchien und Gefässe hart an ihrer Eintrittsstelle in's Lungenparenchym abgeschnitten worden waren, wurden beide Lungen gewogen. Gewicht der rechten Lunge $777 \cdot 5^{grm}$, der linken $724 \cdot 5^{grm}$.

III. Männliche Leiche. 24 Jahre. Sectionsbefund: Rechte Lunge in grosser Ausdehnung verwachsen. Im rechten Pleurasack ca. $^1/_2$ Liter einer klaren, gelblichen Flüssigkeit. In der linken Pleurahöhle ca. $1^1/_2$ Liter derselben Flüssigkeit. Rechte Lunge: Oberer Lappen emphyematös. Mittlerer und unterer Lappen blutreich. Luftgehalt daselbst vermindert. Linke Lunge: Pleura matt. Pleura des untern Lappens zeigt frische fibrinöse Auflagerungen. Oberer Lappen lufthaltig, oedematös, blutreich. Unterer Lappen zeigt stark verminderten Luftgehalt, ist oedematös und blutreich.

IV. Kräftiger Körper, männlich. Fassförm. Thorax. 50 bis 60 Jahre. Todesursache: Erhängungstod. Sectionsbefund: Rechte Lunge hinten und oben in ziemlicher Ausdehnung verwachsen. Die linke Lunge ebenfalls, aber in etwas geringerer Ausdehnung. Rechter, oberer Lappen sehr emphysematös. Mässiges Emphysem des unteren Lappens der rechten Lunge und der ganzen linken Lunge. Beide Lungen blutreich, oedematös.

V. Männliche, kräftige Leiche. Todesursache: Erhängungstod. Sectionsbefund: Beide Lungen lufthaltig, hyperämisch. Beide Lungen oben und hinten in ziemlicher Ausdehnung verwachsen.

VI. Männliche Leiche, Alter 53 Jahre. Sectionsbefund: Die Pleura des unteren Lappens der linken Lunge mit einer frischen, fibrinösen, leicht ablösbaren Auflagerung bedeckt. Oberer linker Lappen lufthaltig, oedematös, mässig blutreich. Unterer Lappen befindet sich im Stadium der beginnenden eiterigen Schmelzung der Pneumonia crouposa. Rechte Lunge: Oberer Lappen lufthaltig, oedematös; unterer und mittlerer Lappen lufthaltig, oedematös, hyperämisch.

VII. Männliche Leiche, 52 Jahre. Sectionsbefund: Beide Lungen frei. Lungenemphysem, besonders links. Länge des linken Bronchus 4·5 cm.

VIII. Kräftige, muskulöse, männliche Leiche. Alter ca. 50 Jahre. Todesursche: Erhängungstod. Sectionsbefund: Rechte Lunge oben und hinten verwachsen. Linke Lunge frei. Mässiges Emphysem beider Lungen. Beide Lungen lufthaltig, oedematös, hyperämisch.

IX. Ziemlich kräftige, männliche Leiche, ca. 40 Jahre. Todesursache: Erhängungstod. Sectionsbefund: Leicht fassförmiger Thorax. Rechte Lunge beinahe in ihrer ganzen Ausdehnung verwachsen. Linke Lunge frei. Rechte Lunge. Oberer Lappen lufthaltig, mässig oedematös, blutreich. Mittlerer und unterer Lappen ebenfalls lufthaltig, oedematös, blutreich. Mässiges Emphysem der rechten Lunge, besonders der Randpartien. Linke Lunge etwas stärker emphysematös als die rechte. Luftgehalt. Oedem. Hyperaemie. Bronchitis.

Querschnitt der Trachea 3 cm über der Bifurcation	240·6	176·2	187·5	315·6	236·2	225·5	173·1	301·2	195·6
Querschnitt des rechten Bronchus an der Bifurcation	144·3	129·3	136·8	204·3	135·0	136·2	112·5	170·6	123·1
Querschnitt des oberen Astes des rechten Bronchus	—	28·7	—	69·3	13·7	—	—	24·3	28·1
Querschnitt des unteren Astes des rechten Bronchus	85·6	60·6	—	94·3	62·5	—	—	112·5	70·0
Querschnitt des linken Bronchus an der Bifurcation	121·8	94·3	93·7	109·3	107·5	109·3	103·1	141·8	106·2
Querschnitt des linken Bronchus Mitte	76·4	85·6	72·5	95·0	81·2	—	72·5	100·0	—
Querschnitt des linken Bronchus Ende	—	—	70·5	—	68·7	—	87·5	100·0	—
Summe des Querschnitte beider Bronchien.	266·1	223·6	230·5	313·6	242·5	245·5	215·6	312·4	229·3
Wird der Querschnitt der Trachea = 100 gesetzt so ist die Verhältnisszahl der Summe beider Bronchien	110·5	126·9	122·9	99·3	102·6	110·3	124·3	103·7	117·2
Verhältniss des rechten zum linken Bronchus, ersterer = 100 gesetzt	84·4	72·9	68·4	53·4	79·6	80·2	91·6	83·1	86·2
Wird der linke Bronchus an der Bifurcation = 100 gesetzt, so ist das Verhältniss in der Mitte	76·4	90·7	77·3	86·9	75·5	—	70·3	—	—
am Ende	—	—	75·3	—	63·8	—	84·8	—	—

Unterer Ast des rechten Bronchus (= 100) zum oberen Ast des rechten Bronchus

—	—	—	73·4	21·9	—	—	21·6	40·1

Für Eall II beträgt die Summe der Querschnitte am oberen und unteren Ast des rechten Bronchus 89·3 und das Verhältniss zum ungetheilten Stamm (dieser = 100 gesetzt) 69·0.

Für Fall VIII ist das Verhältniss des unteren Astes des rechten Bronchus (= 100) zum linken Bronchus Ende 88·8

X., XI., XII., XIII., XIV., XV., XVI., XVII. und XVIII. Fall (Chr.).

X. Ca. 60jährige, männliche Leiche. Sectionsbefund: Lungenemphysem.

XI. Männliche Leiche. 56 Jahre. Sectionsbefund: Fassförmiger Thorax. In der rechten Pleurahöhle eine beträchtliche Menge einer mit fibrinös eiterigen Flocken untermischten Flüssigkeit. Auf der Pleura pulmonalis des rechten unteren Lappens fibrinös-eiterige Belege. Oberer Lappen der rechten Lunge lufthaltig, emphysematös. Der mittlere und untere Lappen zeigt auf der Schnittfläche ein luftleeres, graurothes Gewebe, von welcher eine reichliche seröse, grauliche Flüssigkeit fliesst. Linke Lunge lufthaltig, emphysematös.

XII. Männliche Leiche. Alter ca. 50 bis 60 Jahre. Todesursache: Erhängungstod. Sectionsbefund: Fassförmiger Thorax. Epigastrischer Winkel gross. Beim Eröffnen des Thorax zeigt sich das Herz in der ganzen Ausdehnung von den Lungenrändern bedeckt. Starkes Emphysem beider Lungen. Ueberall Luftgehalt. Oedem. Die unteren Lappen hyperaemisch. Gewicht der rechten Lunge 844·5 grm Gewicht der linken Lunge 651 grm. Demnach auf 100 Gewichtsth. rechte Lunge 77 Gewichtsth linke Lunge.

XIII. Männliche Leiche. Alter 53 Jahre. Sectionsbefund: Rechte Lunge oben und hinten verwachsen. Die ganze rechte Lunge, mit Ausnahme einiger emphysematöser Randpartien, eingenommen von einer auf der Schnittfläche körnigen, graurothen Infiltration. Croupöse Pneumonie. Linke Lunge: Oberer Lappen lufthaltig, stark oedematös. Unterer Lappen zeigt verminderten Luftgehalt, ist oedematös und blutreich. Obliteration des Herzbeutels.

XIV. Kräftige, männliche Leiche. Sectionsbefund: Lungenemphysem. Gewicht der rechten Lunge 472 grm. Gewicht der linken Lunge 367·5 grm. Demnach auf 100 Gewichtsth. rechte Lunge 77·8 Gewichtsth. linke Lunge.

XV. Männliche Leiche. 60 Jahre. Todesursache: Erhängungstod. Sectionsbefund: Emphysem beider Lungen. Linke Lunge in ziemlicher Ausdehnung verwachsen.

XV. Männliche Leiche. 55 Jahre. Sectionsbefund: Im linken Pleurasack eine grosse Menge einer klaren, mit Fibrinflocken untermischten Flüssigkeit. Linker unterer Lappen vollständig luftleer. Compressionsatelectase.

Linker oberer Lappen zeigt stark verminderten Luftgehalt. Frische Pleuritis sinistra. Rechte Lunge frei. Ziemlich starkes Emphysem. Oedem. Luftgehalt.

XVII. Männliche Leiche. Alter 45 Jahre. Todesursache: Erhängungstod. Sectionsbefund: Beide Lungen frei. Lungenemphysem.

XVIII. Weibliche, gut gebaute Leiche. Ca. 30 Jahre. Todesursache: Ertrinkungstod. Sectionsbefund: Linke Lunge frei. Rechte Lunge in ihrer ganzen Ausdehnung verwachsen. Lunge sonst ganz normal.

Querschnitt der Trachea 2, bez. 3 cm über der Bifurcation								
287·5	220·6	235·0	—	238·1	158·1	248·1	—	100·6
Querschnitt des rechten Bronchus an der Bifurcation								
249·3	141·2	144·3	165·0	172·5	130·6	171·2	171·8	67·5
Querschnitt des linken Bronchus an der Bifurcation								
164·3	141·2	116·2	128·7	123·7	103·1	121·2	140·0	62·5
Querschnitt des linken Bronchus Mitte								
135·0	98·1	—	—	86·2	66·8	—	96·8	37·5
Querschnitt des linken Bronchus Ende								
118·7	87·5	—	119·3	103·1	67·5	—	89·3	45·0

Fall X: Querschnitt der Trachea 4·2 cm über der Bifurcation 312·5.

Fall XI: Querschnitt des oberen Astes des rechten Bronchus 41·8, des unteren Astes des rechten Bronchus 87·5. Querschnitt des oberen Astes des linken Bronchus 43·1, des unteren Astes des linken Bronchus 36·2.

Fall XVIII: Querschnitt der Trachea 4 cm über der Bifurcation 115·0

Summe der Querschnitte beider Bronchien								
413·6	282·4	260·5	—	296·2	233·7	292·4	—	168·7
Wird der Querschnitt der Trachea = 100 gesetzt, so ist die Verhältnisszahl der Summe beider Bronchien								
143·8	128·0	110·8	—	124·4	147·8	117·8	—	146·1
Verhältniss des rechten zum linken Bonchus, ersterer = 100 gesetzt								
65·9	100	80·5	78·0	71·7	78·9	70·7	81·4	92·6
Wird der linke Bronchus an der Bifurcation = 100 gesetzt, so ist das Verhältniss in der Mitte								
82·5	69·4	—	—	69·6	64·7	—	69·1	60·0
am Ende								
72·2	61·9	—	92·6	83·3	65·4	—	63·7	72·0

Summe der Querschnitte der Aeste des linken Bronchus in Fall XI 79·3, Verhältniss zum ungetheilten Stamm (dieser = 100 gesetzt) 90·6.

Tabelle D.

Zusammenstellung der Querschnittsverhältnisse

Nummer	Alter Jahre	Querschnitt der Trachea □mm	Quersch. der Trachea		Summe der Querschn. beider Bronchien	Rechter Bronchus		Linker Bronchus	Querschn. des rechten Bronchus		Summe der Querschn der Aeste des recht. Bronchus
I	63	180	100	:	102·2	100	:	80·8	—		—
II	30	129·3	100	:	109·6	100	:	80·1	100	:	105·4
III	22	218·7	100	:	122·8	100	:	82·9	100	:	87·6
IV	40—50	—	—		—	100	:	71·6	100	:	93·7
V	25	189·3	100	:	118·1	100	:	73·8	—		—
VI	25—30	204·3	100	:	111·0	100	:	83·3	—		—
VII	50—60	220	100	:	111·0	100	:	82·7	100	:	94·4
VIII	30—35	289·3	100	:	106·7	100	:	76·4	—		—
IX	15	111·2	100	:	117·9	100	:	80·9	100	:	91·1
X	25	260	100	:	94·9	100	:	72·4	—		—
XI	35	271·8	100	:	85·7	100	:	72·6	—		—

Tabelle E.

Zusammenstellung der Querschnittsverhältnisse

Nummer	Alter Jahre	Querschnitt der Trachea □mm	Quersch. der Trachea		Summe der Querschn. beider Bronchien	Rechter Bronchus		Linker Bronchus	Querschn. des rechten Bronchus		Summe der Querschn der Aeste des recht. Bronchus
I	35	240·6	100	:	110·5	100	:	84·4	—		—
II	—	176·2	100	:	126·9	100	:	72·9	100	:	69·0
III	24	187·5	100	:	122·9	100	:	68·4	—		—
IV	50—60	315·6	100	:	99·3	100	:	53·4	100	:	80·0
V	—	236·2	100	:	102·6	100	:	79·6	100	:	56·4
VI	53	222·5	100	:	110·3	100	:	80·2	—		—
VII	52	173·3	100	:	124·3	100	:	91·6	—		—
VIII	50	301·2	100	:	103·7	100	:	83·1	100	:	80·1
IX	40	195·6	100	:	117·2	100	:	86·2	100	:	79·5
X	60	287·5	100	:	143·8	100	:	65·9	—		—
XI	56	220·6	100	:	128·0	100	:	100	100		91·5
XII	50—60	235	100	:	110·8	100	:	80·5	—		—
XIII	53	—	—		—	100	:	78·0	—		—
XIV	ca. 60	238·1	100	:	124·4	100	:	71·7	—		—
XV	60	158·1	100	:	147·8	100	:	78·9	—		—
XVI	55	248·1	100	:	117·8	100	:	70·7	—		—
XVII	45	—	—		—	100	:	81·4	—		—
XVIII	ca. 30	115·0	100	:	146·1	100	:	92·6	—		—

Tabelle D.

der Bronchialbäume normaler Lungen.

Querschn. des recht. Astes des untern Bronchus	Querschn. des oberen Astes des recht. Bronchus	Quersc·n. des link. Bronchus Bifurc.	Querschn. des link. Bronchus Mitte.	Querschn. des link. Bronchus Bifurc.	Querschn. des link. Bronchus Ende.	Querschn. des link. Bronchus Ende	Summe der Querschn. der Aeste des linken Bronchus
—	—	—	—	—	—	—	—
100 :	54·5	100 :	100	—	—	—	—
100 :	58·4	100 :	92·3	—	—	—	—
100 :	40·4	100 :	100	100 :	89·1	—	—
—	—	100 :	88·8	100 :	78·2	100 :	75·6
—	—	—	—	100 :	67·8	—	—
100 :	65·5	100 :	79·1	100 :	88·7	100 :	91·7
—	—	100 :	83·1	100 :	87·8	—	—
100 :	49·2	—	—	—	—	—	—
—	—	100 :	66·8	100 :	78·3	—	—
—	—	100 :	98·0	100 :	80·2	—	—

Tabelle E.

der Bronchialbäume pathologischer Lungen.

—	—	100 :	76·4	—	—	—	—
100 :	47·3	100 :	90·7	—	—	—	—
—	—	100 :	77·3	100 :	75·3	—	—
100 :	73·4	100 :	86·9	—	—	—	—
100 :	21·9	100 :	75·5	100 :	63·8	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	100 :	70·3	100 :	84·4	—	—
100 :	21·6	100 :	70·5	100 :	70·5	—	—
100 :	40·1	—	—	—	—	—	—
—	—	100 :	82·5	100 :	72·2	—	—
100 :	47·7	100 :	69·4	100 :	61·9	100 :	90·6
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	100 :	92·6	—	—	—	—
—	—	100 :	69·6	100 :	83·3	—	—
—	—	100 :	64·7	100 :	65·4	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	100 :	69·1	100 :	63·7	—	—
—	—	100 :	60·0	100 :	72·0	—	—

Werfen wir einen Blick auf die unter Rubrik „Rechter Bronchus: Linker Bronchus" der Tabelle E aufgeführten Verhältnisszahlen, und vergleichen wir dieselben mit den Verhältnisszahlen der entsprechenden Rubrik in Tabelle D, so sehen wir, dass in Tabelle E die Verhältnisszahlen der Querschnitte des rechten und linken Bronchus viel weiter aus einander liegen, als die Verhältnisszahlen der Tabelle D. Während nach den Messungen an Bronchien normaler Lungen die einzelnen Verhältnisszahlen (Tab. D) zwischen

100 : 71·6

und

100 : 83·3

liegen, so finden wir in der entsprechenden Reihe der Tabelle E die einzelnen Verhältnisszahlen zwischen

100 : 53·4

und

100 : 100

gelegen.

Durch Lungenkrankheiten wird demnach das bei normalen Lungen in engen Grenzen schwankende Verhältniss der Querschnitte der Bronchien wesentlich geändert.

Sehen wir nun zu, bei welchen Lungenkrankheiten eine solche Aenderung des Querschnittsverhältnisses der beiden Lungen gefunden wird.

In Fall IV. (Tab. E) ist das Querschnittsverhältniss der beiden Bronchien

100 : 53·4.

Dem Sectionsbefunde entnehmen wir: Beide Lungen hinten und oben verwachsen und zwar die linke in etwas geringerer Ausdehnung. Der obere Lappen der rechten Lunge sehr emphysematös; nur mässiges Emphysem an der linken Lunge.

Die Ursache der grösseren Weite des rechten Bronchus könnte in dem stärkeren Emphysem des rechten obern Lappens gesucht werden. Hat nun das Emphysem proportional der Grösse der Ueberdehnung eine entsprechende Vergrösserung des Querschnittes des zu der emphysematösen Lunge führenden Bronchialrohres zur Folge, so muss in diesem Falle der Querschnitt des oberen Astes des rechten Bronchus sehr vergrössert sein. Dies ist nun in der That der Fall. In der Rubrik „Querschnitt des unteren Astes des rechten Bronchus : Querschnitt des oberen Astes des rechten Bronchus" der Tabelle E finden wir für Fall IV folgendes Querschnittsverhältniss der beiden Aeste

100 : 73·4.

Aus Tabelle S. 58 in der die entsprechenden Verhältnisszahlen bei normalen Lungen zusammengestellt sind, ersehen wir nun aber, dass bei nor-

malen Lungen der Querschnitt des unteren Astes des rechten Bronchus zum oberen im Mittel aus 5 Messungen sich verhält wie

100 : 53·6,

Das Lungenemphysem oder die Ueberdehnung der Lunge hat demnach eine Vergrösserung des Querschnittes der luftzuleitenden Bronchien an der Bifurcation zur Folge. Proportional der Grösse der Ueberdehnung wächst auch der Querschnitt des betreffenden luftzuleitenden Rohres.

Es fragt sich nun, ob diese in Fall IV beobachtete Wirkung des Emphysems eine constante ist.

In Fall VII der Tabelle E findet sich folgendes Querschnittsverhältniss des rechten zum linken Bronchus an der Bifurcation

100 : 91·6.

Der Sectionsbefund dieses Falles lautet: Beide Lungen frei. Lungenemphysem, besonders links. Die stärkere Ueberdehnung der linken Lunge hatte in diesem Falle zur Folge, dass der Querschnitt des linken Bronchus (gemessen an der Bifurcation) grösser wurde.

In Fall X (Tab. E) ist das Verhältniss des Querschnittes des rechten zu dem des linken Bronchus an der Bifurcation:

100 : 65·9.

Der Sectionsbefund der Lungen lautet: Lungenemphysem. In diesem Falle konnte nicht angegeben werden, ob die rechte oder die linke Lunge hochgradiger emphysematös erkrankt war.

In Fall XII findet sich folgendes Querschnittsverhältniss des rechten zum linken Bronchus:

100 : 80·5.

Dem Sectionsbefunde entnehmen wir, dass beide Lungen hochgradig emphysematös erkrankt waren. Das Querschnittsverhältniss beider Bronchien wird demnach bei gleicher Ueberdehnung der Lungen nicht geändert.

Derselbe Schluss ergiebt sich aus den dem Fall XII analogen Fällen XIV, XV und XVII. Nebenstehende Tabelle F soll nun zeigen, dass auch die absoluten Grössen der Querschnitte des rechten und linken Bronchus bei emphysematösen Lungen grösser sind, als die der Bronchien normaler Lungen.

Der Querschnitt des rechten Bronchus an der Bifurcation hat im Mittel aus 10 Messungen an normalen Lungen einen Flächeninhalt von

131.9 □mm.

Der Querschnitt des rechten Bronchus an der Bifurcation hat dagegen im Mittel aus 7 Messungen an emphysematösen Lungen einen Flächeninhalt von

169·3 □mm.

Tabelle F.

Normale Lungen.					Emphysematöse Lungen.				
Nummer	Querschnitt des rechten Bronchus □mm	Querschnitt des linken Bronchus □mm	Querschnitt des unteren Astes des rechten Bronchus □mm	Querschnitt des oberen Astes des rebhten Bronchus □mm	Nummer	Querschnitt des rechten Bronchus □mm	Querschnitt des linken Bronchus □mm	Querschnitt des unteren Astes des rechten Bronchus □mm	Querschnitt des oberen Astes des rechten Bronchus □mm
I	101·8	82·3	—	—	IV	204·3	109·3	94·3	69·3
II	78·7	63·1	53·7	29·3	VII	112·5	103·1	—	—
III	146·8	121·8	81·2	47·5	X	249·3	164·3	—	—
IV	152·5	109·3	101·8	41·2	XII	144·3	116·2	—	—
V	128·7	95·0	—	—	XIV	172·5	223·7	—	—
VI	123·7	103·1	—	—	XV	130·6	103·1	—	—
VII	133·7	110·6	76·2	50·0	XII	171·8	140·0	—	—
VIII	175·0	133·7	—	—					
X	143·1	103·7	—	—					
XI	135·0	98·1	—	—					
Mittel aus 10 Mssgn.	131·9	102·0			Mittel aus 7 Mssgn.	169·3	122·8		

Der Querschnitt des linken Bronchus an der Bifurcation hat im Mittel aus zehn Messungen an normalen Lungen einen Flächeninhalt von

102·0 □mm.

Der Querschnitt des linken Bronchus an der Bifurcation hat dagegen im Mittel aus sieben Messungen an emphysematösen Lungen einen Flächeninhalt von

122·8 □mm.

Die von uns früher gestellte Frage, ob physicalische Vorgänge einen Einfluss auf die Formation des Bronchialrohres haben können, müssen wir nach den eben dargelegten Thatsachen bejahen.

Eine neben der inspiratorischen sehr häufig vorkommende Form des Emphysems kommt dadurch zu Stande, dass bei verengerter Glottis starke exspiratorische Anstrengungen gemacht werden. In diesem Falle wird die Lunge durch eine rein physikalische Ursache, nämlich die comprimirte Luft, überdehnt und die Bronchien ausgeweitet.

Eine weitere, an Bronchien emphysematöser Lungen gefundene Thatsache illustrirt Tabelle a.

Tabelle a.

Normale Lungen. Lungen mit Emphysem.

Nummer der Tabelle D.	Querschnitt des linken Bronchus Bifurcation	Querschnitt des linken Bronchus Mitte	Querschnitt des linken Bronchus Bifurcation	Querschnitt des linken Bronchus Ende	Nummer der Tabelle E.	Querschnitt des linken Bronchus Bifurcation	Querschnitt des linken Bronchus Mitte	Querschnitt des linken Bronchus Bifurcation	Querschnitt des linken Bronchus Ende
II	100 :	100	—	—	IV	100 :	86·9	—	—
III	100 :	92·3	—	—	VII	100 :	70·3	100 :	84·4
IV	100 :	100	100 :	89·1	VIII	100 :	70·5	100 :	70·5
V	100 :	80·8	100 :	78·2	X	190 :	82·5	100 :	72·2
VI	—	—	100 :	67·8	XI	100 :	69·4	100 :	61·9
VII	100 :	79·1	100 :	88·7	XIV	100 :	69·6	100 :	83·3
VIII	100 :	83·1	100 :	87·8	XV	100 :	64·7	100 :	65·4
X	100 :	66·8	100 :	78·3	XVII	100 :	69·1	100 :	63·7
XI	100 :	98·0	100 :	80·2					
Mittel aus 8 Messungen	100 :	87·5	Mittel aus 7 Messungen 100 :	81·4	Mittel aus 8 Messungen	100 :	72·8	Mittel aus 7 Messungen 100 :	71·6

Aus diesea Tabelle geht hervor, dass bei dem grösseren Theile der zur Messung gekommenen Bronchien emphysematöser Lungen der linke Bronchus sich in stärkerem Maasse von der Bifurcation ab verjüngt, als dies bei normalen Lungen nach dieser Richtung hin constatirt würde.

Diese Verjüngung des Rohres wäre schwer verständlich in Fällen, wo die Lungenüberdehnung durch forcirte Exspiration bei verengerter Glottis entstanden ist. Wir sind leider zur Zeit noch nicht im Stande, diese Thatsachen auf ihre Ursachen zurückzuführen. Dass es aber solche Fälle von Lungenemphysem giebt, bei denen diese Erscheinung der stärkeren Verjüngung des linken Bronchus von der Bifurcation ab ganz rein als Folge des Emphysems zu Tage tritt, beweist Fall XVII.

Neben dem Lungenemphysem haben aber auch noch andere Erkrankungen der Lungen Einfluss auf das Querschnittsverhältniss der Bronchien.

In Fall XI findet sich folgendes Verhältniss des Querschnittes des rechten Bronchus zum Querschnitt des linken

100 : 100.

Dem Sectionsbefunde entnehmen wir folgende Daten: Rechter oberer Lappen lufthaltig, emphysematös, mittlerer und unterer Lappen atelectatisch. Starker rechtseitiger pleuritischer Erguss. In Fall XVIII ist das Verhältniss des Querschnittes des rechten Bronchus zum Querschnitt des linken

100 : 92·6

Der Sectionsbefund in diesem Falle lautet: Linke Lunge frei. Rechte in ihrer ganzen Ausdehnung verwachsen. Beide Lungen ganz normal. Erhängungstod.

Dieser Fall zeigt die Wirkung der totalen Verwachsung der Pleurablätter auf den Querschnitt des zu der Lunge gehenden Bronchus mit experimenteller Reinheit, da beide Lungen im Uebrigen ganz normal waren und von einer jungen, gut gebauten Selbstmörderin stammten.

Fall XI und XVIII haben das Gemeinsame, dass bei jedem die Capiität der einen Lunge verringert ist. In beiden Fällen ist die Capicität der rechten Lunge durch die pathologischen Processe herabgesetzt. Dieser Herabsetzung entspricht nun ein von dem Durchschnittsverhältniss der Bronchien normaler Lungen weit abstehendes Querschnittsverhältniss der Bronchien.

In Fall XVIII hat der rechte Bronchus an der Bifurcation einen Querschnitt mit einem Flächeninhalt von

67·5 □mm,

während der Querschnitt des rechten Bronchus einer gleich alten und gleich gebauten, ebenfalls weiblichen Leiche mit ganz normalen Organen (Fall II Tabelle F.)

78·7 □mm

gross gefunden wurde.

Es entspricht der Lunge, deren Capazität kleiner als die der normalen ist, auch ein Querschnitt des zuführenden Bronchus, der kleiner ist, als der des zur normalen Lunge gehenden Bronchus.

Im Fall VIII verhält sich der Querschnitt des unteren Astes des rechten Bronchus zu dem Querschnitt des oberen Astes des rechten Bronchus wie

100 : 21·6

Der Sectionsbefund lautet: rechte Lunge oben und hinten verwachsen. Linke Lunge frei. Mässiges Emphysem beider Lungen.

In Fall IX verhält sich der Querschnitt des unteren Astes des rechten Bronchus zu demjenigen des oberen Astes des rechten Bronchie wie

100 : 40·1

In diesem Falle waren beide Lungen emphysematös. Die rechte Lunge war in ihrer ganzen Ausdehnung verwachsen.

Die Abweichung des in Fall VIII gefundenen Querschnittsverhältnisses von dem entsprechenden normalen Querschnittsverhältnisse illustrirt Tabelle b.

Tabelle b.

Normale Lungen. Pathologische Lungen.

Nummer der Tabelle D.	Querschnitt des unteren Astes des rechten Bronchus	Querschnitt des oberen Astes des rechten Bronchus	Nummer der Tabelle E.	Querschnitt des unteren Astes des recsten Bronchus	Querschnitt des oberen Astes des rechten Bronchus	Bemerkungen.
II	100	: 54·5	II	100	: 47·3	Rechte Lunge hinten und oben verwachsen.
III	100	: 58·4	IV	100	: 73·4	Rechte Lunge hinten und oben in ziemlicher Ausdehnung verwachsen. Der rechte obere Lappen sehr emphysematös.
IV	100	: 40·1	V	100	: 21·9	Beide Lungen oben und hinten in ziemlicher Ausdehnung verwachsen.
VII	100	: 65·5	VIII	100	: 21·6	Rechte Lunge oben und hinten verwachsen.
IX	100	: 49·2	IX	100	: 40·1	Rechte Lunge in ihrer ganzen Ausdehnung verwachsen.
			XI	100	: 47·7	Rechter oberer Lappen emphysematös.
Mittel aus 5 Messungen	100	: 53·6				

Auch diese Fälle bestätigen die Thatsache, die wir eben kennen gelernt haben, dass die Querschnittsgrösse eines Bronchus abhängig ist von der Capacität der entsprechenden Lunge. Gestützt auf diese Thatsachen sprechen wir den Satz aus:

Die Grösse des Querschnittes eines Bronchus hängt von der Grösse des Luftvolumens ab, welches durch denselben geht. Wächst das Luftvolumen, so wächst auch die Grösse des Querschnittes des Bronchus und umgekehrt.

Die nähere Beziehung dieser zwei Grössen können wir aus diesen Fällen noch nicht ableiten, da die eine Grösse (Lungencapacität) nicht hinreichend genau bestimmt werden kann.

Wir besitzen aber noch Messungen an Bronchien pathologischer Lungen, welche die Richtigkeit des eben von uns aufgestellten Satzes in Zweifel ziehen könnten.

In Fall VI (Tabelle E) ist das Verhältniss des Querschnittes des rechten Bronchus zu dem des linken wie

100 : 80·2,

trotzdem der linke untere Lappen vollständig luftleer war. Cronpöse Pneumonie.

In Fall II (Tab. E) findet sich folgendes Querschnittsverhältniss des unteren Astes des rechten Bronchus zu dem des oberen

100 : 40·7.

Obwohl in diesem Falle der rechte obere Lappen hinten und oben verwachsen war, fand sich keine Verengerung des Lumens des zum oberen Lappen führenden Bronchus.

Zu Fall VI bemerken wir:

Wenn das Bronchialrohr dauernd enger oder weiter werden soll, so müssen die verengernd oder erweiternd wirkenden Ursachen eine gewisse Zeit eingewirkt haben, da die Kräfte, die hier in Betracht kommen, im Allgemeinen klein sind. Es war also a priori zu erwarten, dass das Querschnittsverhältniss des rechten und linken Bronchus in der kurzen Zeit, während das Missverhältniss zwischen Lungencapacität und Weite des Bronchialrohres bestand, sich nicht ändern werde. Dass eine solche Erklärung zulässig ist, beweist Fall I.

In diesem Falle hatte die frische Verwachsung der Pleurablätter noch keine Verkleinerung des Lungencapacität bewirken können, da wir aus Erfahrung wissen, dass die raumbeschränkenden Wirkungen der Pleuritis adhaesiva erst nach einer gewissen Zeit auftreten.

In Bezug auf Fall II müssen wir Folgendes bemerken:

Wie wir schon früher gezeigt haben, bewirkt das Lungenemphysem eine Vergrösserung des Querschnittes der betreffenden Bronchien, während die Verwachsung der Pleurablätter eine Verengerung des zu der verwachsenen Lunge gehenden Bronchus nach sich zieht. Diese beiden pathologischen Lungenprocesse können, wenn sie zusammen vorkommen, sich in ihrer Wirkung vollständig aufheben. Es kann aber auch der eine Process so überwiegen, dass nur dessen Wirkungen zur Geltung kommen.

Als concreten Fall hierzu führen wir Fall IV. (Tab. C) an.

In diesem Falle fand sich folgendes Querschnittsverhältniss des unteren Astes des rechten Bronchus zu dem des oberen

100 : 73·4.

Der rechte obere Lappen war laut Sectionsbefund in ziemlicher Ausdehnung verwachsen und sehr emphysematös.

Durch die Messungen der Tracheen und Bronchien pathologischer Lungen und die Vergleichung derselben mit den normalen Lungen wurde bewiesen, dass die Weite des Bronchialrohres abhängig ist von der Grösse des Luftvolumens, welches bei einer Inspiration in die Lunge tritt oder

von der Lungencapacität, wenn wir mit diesem Ausdrucke die Vergrösserung des Lungenraumes bei der Inspiration bezeichnen und zwar hat sich ergeben, dass die beiden Grössen (Querschnitt und Capacität) in folgender Beziehung zu einander stehen: Bezeichnet V das Volumen Luft, welches bei der Inspiration in die Lunge tritt, so entspricht diesem Volumen V ein gewisser Querschnitt des Bronchialrohres an der Bifurcation Q. Bezeichnet V' ein im Verhältniss zu V kleineres Volumen Luft, so entspricht V' einem Querschnitt des luftzuleitenden Rohres von der Grösse Q'. Die Beziehung lautet nun:

$$V > V' \text{ so ist } Q > Q'$$

und umgekehrt.

Die Messungen normaler Bronchien haben ergeben, dass der Querschnitt des rechten und des linken Bronchus in einem bestimmten, nur in geringer Breite schwankendem Verhältniss steht.

Nach der oben dargelegten Beziehung des Querschnittes eines Bronchus zu der Capacität der entsprechenden Lunge muss man schliessen, dass die Capacität der rechten normalen Lunge grösser ist als die Capacität der linken.

Die Grösse der Lungencapacität hängt nun wieder ab von der absoluten Grösse der Lunge. Die absolute Grösse der Lunge wird aber durch ihr Gewicht bestimmt. Es war demnach folgende Beziehung zwischen Querschnittsgrösse der Bronchien und Gewicht der Lungen zu erwarten:

$$G > G' \text{ so } Q > Q'$$

worin G und G' die Gewichte der betreffenden Lungen bezeichnen.

In folgender Tabelle sind die Gewichtsverhältnisse menschlicher Lungen und die Querschnittsverhältnisse der entsprechenden Bronchien zusammengestellt. Die Gewichtsbestimmungen wurden zum Theil an normalen, zum Theil an pathologischen Lungen ausgeführt und zwar betrafen die pathologischen Lungen emphysematöse Lungen und solche, die zum Theil verwachsen aber sonst normal waren.

Tabelle d.

Nummer	Querschnitt der rechten Lunge		Gewicht der linken Lunge	Querschnitt des rechten Bronch.		Querschnitt des linken Bronch.
Tab. A II	100	:	94·2	100	:	80·1
„ A VIII	100	:	80·0	100	:	76·4
„ C I	100	:	86·9	100	:	84·4
„ C II	100	:	93·1	100	:	72·9
„ C XII	100	:	77·0	100	:	80·5
„ C XIV	100	:	77·8	100	:	71·7

Aus dieser Tabelle ersehen wir:

1. In allen 6 Fällen findet sich das Gewicht der rechten Lunge stets grösser als das Gewicht der linken.
2. In drei Fällen verhalten sich die Gewichte der rechten und linken Lunge annähernd wie die Querschnitte der entsprechenden Bronchien.

Es war nun sehr naheliegend, zu untersuchen, in welcher Beziehung die Gewichte blutleerer Lungen zu den Querschnitten der entsprechenden Bronchien stehen, da bei den Gewichtsbestimmungen menschlicher Lungen ein Fehler nicht zu vermeiden ist, nämlich der, welcher durch die ungleiche Blutvertheilung in der Lunge nach dem Tode entsteht. Um diesen Fehler zu eliminiren und ganz genaue Gewichtsbestimmungen der Lungen zu ermöglichen, haben wir Hunde zu dem Zwecke verbluten lassen. Wir geben in Folgendem die Gewichte solcher entbluteter Lungen von Hunden sammt den entsprechenden Querschnittsverhältnissen wieder.

Nr. III, V, VI, VII und VIII. Hund.

Gewicht der rechten Lunge

29 147·9 49 143·0 161·5 grm.

Gewicht der linken Lunge

20·5 108·5 37·3 107·05 129·6 grm.

Verhältniss des Gewichts der r. zur l. Lunge, ersteres = 100 gesetzt

70·6 73·3 76·1 74·8 80·2

Verhältniss des Querschnittes des r. zum l. Bronchus, ersterer = 100 gesetzt

70·4 74·3 75·4 78·0 79·5

In Nr. VII. wurden die Lungen mit Wasser gewaschen.

Nr. XII. und XIII. Schaaf.

Gewicht der rechten Lunge

258·2 275·2 grm.

Gewicht der linken Lunge

205·0 202·5 grm.

Verhältniss des Gewichts der r. zur l. Lunge, ersteres = 100 gesetzt

79·3 73·5

Verhältniss des Querschnittes des rechten Bronchus sammt eparteriellem Astes zu dem des linken Bronchus, ersterer = 100 gesetzt

64·1 75·9

Tabelle der Gewichts- und Querschnittsverhältnisse der Lungen und Bronchien verbluteter Hunde.

Nummer	Gewicht der rechten Lunge		Gewicht der linken Lunge	Querschnitt des rechten Bronch.		Querschnitt des linken Bronch.
III	100	:	70·6	100	:	70·4
V	100	:	73·3	100	:	74·3
VI	100	:	76·0	100	:	75·4
VII	100	:	74·8	100	:	78·0
VIII	100	:	80·2	100	:	79·5
Mittel aus 5 Bestimmungen	100	:	74·9	100	:	75·5

Das Gewicht der rechten Lunge verhält sich demnach zu dem Gewicht der linken Lunge im Mittel aus 5 Bestimmungen wie

100 : 74·9

Der Querschnitt des rechten Bronchus verhält sich zu dem Querschnitt des linken Bronchus wie

100 : 75·5

Auch bei Schafen erhielt man ähnliche, wenngleich nicht so übereinstimmende Resultate. Dies rührt davon her, dass bei Schafen der eparterielle Bronchus, der sehr kurz ist und gesondert aus der Trachea entspringt, bei der Messung Schwierigkeiten macht.

Wie wir gesehen haben, verhalten sich die Gewichte der Lungen genau wie die Querschnitte der entsprechenden Bronchien. Es war demnach zu erwarten, dass auch die absoluten Volumina der Lungen sich genau verhalten, wie die Querschnitte der entsprechenden Bronchien. Unter dem absoluten Volumen verstehen wir das Volumen Luft, welches die Lunge überhaupt zu fassen vermag. Zur Bestimmung des absoluten Volumens haben wir folgenden Apparat angewandt:

In zwei Glasflaschen von genau gleicher Höhe, mit am Boden wasserdicht aufschraubbaren Metallplatten, die in der Mitte von Canülen durchbohrt sind, werden die frischen, verbluteten, intacten Lungen mit den Bronchien an diesen Canülen befestigt. Die Querschnitte dieser Canülen verhalten sich wie

100 : 80,

d. h. wie die Querschnitte der Bronchien. Die Canülen beider Flaschen werden durch ein T förmiges Rohr mit einander verbunden. Durch das Längsstück des T förmigen Rohres bläst der Untersucher die Luft in die Lungen. Der Druck ist also für beide Lungen gleich. Die Menge des verdrängten Wasser giebt das absolute Luftvolumen, das eine Lunge

bei vollständigem Aufblasen zu fassen vermag. Glasflaschen wurden genommen, um eine Controlle der Versuche zu ermöglichen.

Es folgen nun die einzelnen Messungen der absoluten Volumina entbluteter Lungen von Hunden.

Nr. I, II, III, IV, V, VI, VII und VIII. Hund.

Nr. VII a. Bestimmung bei mittelstarkem Aufblasen. Nr. VII b. Bestimmung bei starkem Aufblasen.

						a	b	
Absolutes Volumen der rechten Lunge								
490	125	250	405	395	513	355	457	485 ccm.
Absolutes Volumen der linken Lunge								
980	95	205	310	290	412	290	348	373 ccm.
Verhältniss des absol. Volumen der r. zur l. Lunge ersteres = 100 gesetzt								
65·7	76	82·0	76·5	73·4	80·3	81·6	76·1	76·9
Gewicht der rechten Lunge								
158·1	23·54	21·14	39·51	24·15	55·2	55·9	—	56 grm.
Gewicht der linken Lunge								
116·1	16·49	51·1	27·26	18·2	40	41·46	—	42·6 grm.
Verhältniss des Gewichts der r. zur l. Lunge, ersteres = 100 gesetzt								
73·4	70·0	71·4	68·9	75·3	72·4	74·1	—	76·0

In Nr. III blieb die rechte Lunge beim Aufblasen gegenüber der linken etwas zurück. Es musste desshalb die Lunge stark aufgeblasen werden.

Mittel aus beiden Bestimmungen a und b in Nr. VII 100 Vol. rechte Lunge 78 Vol. linke Lunge.

Wir haben nun gefunden, dass bei diesen Volumbestimmungen ein kleiner Fehler dadurch entstehen kann, dass sich ein kleiner Theil der Lunge nicht vollständig aufbläst. Dies war z. B. in Nr. III der Fall. Wahrscheinlich ist die Verklebung der Wände eines kleinen Bronchus die Ursache dieser Erscheinung. Um so werthvoller ist uns daher Nr. VIII In diesem Falle entfalteten sich beide Lungen beim Aufblasen in gleicher Weise. Dieser Fall beweist, dass auch die absoluten Volumina entbluteter Lungen sich genau wie die Gewichte der Lungen und somit auch wie die Querschnitte der entsprechenden Bronchien verhalten.

In folgender Tabelle sind die Verhältnisse der absoluten Volumina sammt den Gewichtsverhältnissen zusammengestellt.

Nr.	Art der Thiere	Absol. Volumen der recht. Lunge		Absol. Volumen der link. Lunge	Gewicht der rechten Lunge		Gewicht der linken Lunge
I	Hund	100	:	65·7	100	:	73·4
II	„	100	:	76·0	100	:	70·0
III	„	100	:	82·0	100	:	71·4
IV	„	100	:	76·5	100	:	68·9
V	„	100	:	73·4	100	:	75·3
VI	„	100	:	80·3	100	:	72·4
VII	„	100	:	78·8	100	:	74·1
VIII	„	100	:	76·9	300	:	76·0
Mittel aus 8 Bestimmungen		100	:	76·2	100	:	72·6

Das absolute Volumen der rechten Lunge verhält sich demnach zum absoluten Volumen der linken Lunge im Mittel aus 8 Bestimmungen wie

$$100 : 76 \cdot 2;$$

das Gewicht der rechten Lunge aber zu dem der linken verhielt sich im Mittel aus 8 Bestimmungen wie

$$100 : 72 \cdot 6.$$

Wie die absoluten Volumina müssen sich auch die Volumina Luft, welche bei einer Inspiration in die Lungen eintreten, und welche wir der Kürze halber respiratorische Volumina nennen wollen, zu den Querschnitten der entsprechenden Bronchien verhalten.

Das Volumen Luft, welches bei der Inspiration in jede Lunge gelangt, hängt ab:

1. vom Querschnitt der zuführenden Röhren;
2. von der Geschwindigkeit, mit welcher die Luft die Röhren durchströmt;
3. von der Zeit, während welcher die Inspiration abläuft.

Es ist also das Volumen Luft, das während einer Inspiration in die rechte Lunge eintritt

$$Vr = Qr\, ct$$
$$Vl = Ql\, c_1 t$$

worin Qr und Ql je den Querschnitt des rechten und linken Bronchus bezeichnen. Somit

$$Vr : Vl = Qr\, c : Ql\, c_1$$

und da wir c ohne hier in Betracht kommenden Fehler $= c_1$, setzen können;

$$Vr : Vl = Qr : Ql.$$

Es besteht somit ein bestimmtes Verhältniss zwischen den Lungen als Lufträumen und den Bronchien als luftzuleitenden Röhren.

Der zu jeder Lunge führende Bronchus hat einen so grossen Querschnitt, dass dadurch die mechanischen Bedingungen erfüllt sind, um die Lungen in einer gewissen Zeit und bei einer durchschnittlich constanten Saugkraft zweckentsprechend zu ventiliren.

Wir kommen am Schluss unserer Arbeit noch kurz auf eine Frage zu sprechen, deren Beantwortung schon oft der Gegenstand der Controverse gewesen ist. Die Frage lautet: Stehen die beiden Lungenspitzen gleich hoch, oder wenn nicht, welche steht höher? Wenn wir einen Blick auf die Literatur werfen, so begegnen wir den verschiedensten Angaben über diesen Punkt. Henle, Luschka, Krause, Braune behaupten, die rechte Lungenspitze stehe höher als die linke und zwar geben Henle und Krause den Höhenunterschied der rechten und linken Lungenspitze zu 4 bis 8^{mm} an, Rüdinger fand dagegen die linke Lungenspitze höher stehend, während Henke keinen Unterschied der Höhe der rechten und linken Lungenspitze herausfinden konnte.

Es war deshalb nothwendig, diesen Gegenstand noch einmal aufzunehmen. Die Untersuchung einer grossen Anzahl von Lungen in Bezug auf diesen Punkt ergab, dass die rechte Lungenspitze stets höher stand, als die linke. In zwei Fällen, in denen wir die Höhe genau bestimmt hatten, fanden wir das eine Mal einen Höhenunterschied von 1^{cm}, das andere Mal einen Höhenunterschied von $^1/_2$^{cm} zu Gunsten der rechten Lungenspitze. In einem Falle fanden wir beide Lungenspitzen gleich hoch stehend. Die Section zeigte aber, dass die rechte Lungenspitze verwachsen war.

Ueber Arterienspindeln und über die Beziehung der Wanddicke der Arterien zum Blutdruck.

Von

Dr. Hans Stahel.

(Aus dem anatomischen Institut zu Leipzig.)

Erste Abhandlung.

Die Veranlassung zu dieser Arbeit gab eine Beobachtung, die ich anlässlich einer demnächst erscheinenden Arbeit über die Arteria subclavia gemacht habe. Durch die Güte des Hrn. Prof. His war mir Gelegenheit geboten, den Aortenisthmus und die Aortenspindel an Injectionsapparaten zu sehen. Es zeigten sich nun am Bogen der Arteria subclavia, da wo dieselbe über die erste Rippe weggeht, dem Aortenisthmus und der Aortenspindel ganz ähnliche Bildungen. Hr. Prof. His veranlasste mich, die von ihm begonnenen Messungen fortzusetzen und gab mir zugleich eine Methode an, die eine genaue Bestimmung der Dicke der Gefässwand ermöglichte. Für die reiche Unterstützung und die vielen Rathschläge, die mir Hr. Prof. His bei dieser Arbeit angedeihen liess, erlaube ich mir ihm, an diesem Orte meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Methode.

Die angewandte Messmethode ist folgende. Mittelst einer Mikrometerschraube von $^1/_2$ mm Gewinde, deren Zeigerrad Ablesungen von $^1/_{100}$ mm und schätzungsweise bis auf $^1/_{1000}$ mm erlaubt, wird eine Platte gehoben, auf welche ein quadratisches Stück der Arterie, deren Wanddicke gemessen werden soll, zu liegen kommt. Das zu messende Arterienstück wird mit

einem dünnen Deckglase bedeckt. Um allfällige Fehler, die die ungleiche Dicke des Deckglases herbeiführen könnte zu vermeiden, wurde stets die Mitte des Deckglases auf die zu messende Stelle gelegt. Die für die Messung geschnittenen Arterienstücke legen sich bei ganz leichtem Drucke der Platte vollsändig an, ebenso das Deckglas. Erforderlich ist nur, dass die Stücke nicht zu gross sind; in der Regel habe ich quadratische Stücke von 2 bis 3 ^{mm} Aussenseite benutzt. Senkrecht über der Platte, welche das Arterienstück sammt Deckglas trägt, findet sich mittelst eines Bügels eine Nadel befestigt. Die Platte mit dem Arterienstück sammt Deckglas wird nun mittelst der Micrometerschraube soweit gehoben, bis die Nadelspitze ihr Spiegelbild an der oberen Deckglasfläche eben berührt. Die Benutzung einer Loupe ermöglicht eine sehr genaue Einstellung. Darauf wird am Zeiger der Micrometerschraube die Höhe abgelesen. Die gefundene Höhe giebt also die Dicke des Arterienstückes sammt der Dicke des Deckglases. Das Arterienstück wird nun entfernt und das Deckglas so auf die Platte gelegt, dass die Nadelspitze beim Heben der Platte die Mitte des Deckglases berührt. Die Differenz beider Höhen ergiebt die gesuchte Wanddicke.

Die Wanddicke eines Arterienstückes ändert sich innerhalb sehr kurzer Strecken. Um die Genauigkeit unseres Messapparates prüfen zu können, musste vorerst die Bedingung erfüllt sein, dass bei wiederholten Messungen stets die nämliche Stelle gemessen wurde. Diess erreichte man dadurch, dass auf die Platte zwei senkrecht aufeinander stehende Gerade eingekritzt wurden. Das quadratische Arterienstück wurde bei jeder Messung so auf die Platte gelegt, dass immer die gleiche Ecke auf den Durchschnittspunkt der Geraden, die beiden anstossenden Seiten auf die Geraden selbst zu liegen kamen. Es ergab sich, dass mittelst dieses Messapparates die Dicke der Arterienwand bis auf $^1/_{100}$ ^{mm} genau bestimmt werden kann.

Die Messungen wurden an sämmtlichen grossen und mittelgrossen Arterien des Körpers ausgeführt. Da jeder Gefässabschnitt seine besonderen Eigenthümlichkeiten besitzt, ist es zweckmässig, die einzelnen Gefässgebiete getrennt zu behandeln. Ich lasse zunächst die durch die Wanddickebestimmungen am Aortenbogen gefundenen Thatsachen folgen.

Aortenbogen. Aortenisthmus und Aortenspindel.[1]

Die Aorta ändert ihre Richtung vom Ursprung bis zu der Stelle der Aorta thoracica, welche gleiche Höhe mit dem Ursprung der Aorta hat,

[1] W. His, *Anatomie menschlicher Embryonen*, Bd. III. S. 197.

ungefähr um 180 Grad. Diese Richtungveränderung vollzieht sich aber nicht an allen Aorten auf die nämliche Weise, sondern es existiren in der Art der Richtungsänderung erhebliche Unterschiede. Man kann indessen sämmtliche Formen von Aortenbogen in zwei Klassen unterbringen, nämlich in die Klasse hochbogiger und in die Klasse flachbogiger Aorten. Bei den ersteren stehen sich die beiden Bogenschenkel näher; bei den letzteren stehen sie weiter voneinander ab. Die Fig. 1 repräsentirt die Klasse der hochbogigen, die Fig. 2 die der flachbogigen Aorten. Mit der Bestimmung hochbogig oder flachbogig ist über die absolute Stellung im Brustkorbe Nichts ausgesagt.

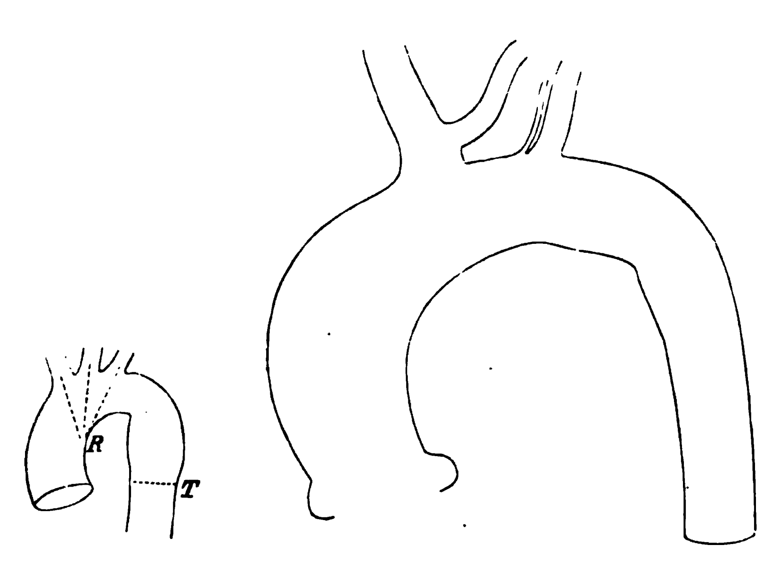


Fig. 1 (nach His). Fig. 2.

Vergleicht man die Aorten Fig. 1 und 2 mit einander, so erkennt man leicht, dass die beiden Formen in zwei Punkten wesentlich von einander abweichen. Während in Fig. 1 die Aorta kurz nach Abgabe ihrer Aeste (Anonyma, carotis und subclavia sin.) ihre Richtung plötzlich ändert, geht in Fig. 2 die Aorta erst allmählich in die definitive Richtung der Aorta thoracica über. Der Röhrenabschnitt der Aorta, wo diese plötzliche Richtungsänderung stattfindet, soll nach Analogie der Knieröhren als Aortenknie bezeichnet werden. Der zweite Punkt, in dem die beiden Formen differiren, betrifft die nach His benannte Aortenspindel. An der Aorta Fig. 1 findet sich eine deutliche spindelförmige Erweiterung des Anfangstheiles der absteigenden Aorta, während diese Bildung an der Aorta Fig. 2 vollständig zu fehlen scheint.

Die nächste Frage, welche sich an die eben dargelegten Differenzen der beiden Aortenbogen knüpfte, war die nach den Bedingungen der Spindelbildung. Eine auf diesen Punkt gerichtete Vergleichung einer Anzahl von Aorten, ergab die bemerkenswerthe Thatsache, dass die Spindel nur an solchen Aorten gefunden wurde, bei denen die Richtungsänderung der Aorta ascendens in die Aorta descendens plötzlich erfolgte. Die Aortenspindel wird auch an flachbogigen Aorten beobachtet; an solchen Praeparaten findet sich stets eine plötzliche Richtungsänderung des Rohres unmittelbar vor der Spindel. Dass die plötzliche Richtungsänderung des Gefässes die Ursache dieser Bildung sein muss, beweist endgültig Fig. 3, die von dem Ausgusse einer Aorta, welche unter geringem Drucke mit flüssigem Gypsbrei injicirt worden war, entnommen ist. In diesem Falle, wo die Aorta an zwei Stellen ihre Richtung plötzlich ändert, finden sich auch zwei deutliche Spindeln. Die Spindelbildung der Aorta descendens hat demnach ihren Grund in der plötzlichen Richtungsänderung der Aorta. Die Frage, wie diese Bildung hydraulisch zu erklären ist, soll später beantwortet werden. Zu erwähnen ist noch, dass nicht nur an menschlichen Aorten, sondern auch an der Aorta des Hundes die Aortenspindel gefunden wird und zwar unter der nämlichen Bedingung, wie sie bereits für die menschliche Aorta aufgestellt wurde. Fig. 4 stellt die Aorta eines Hundes im leeren Zustande dar. Trotzdem das Gefäss leer ist, grenzt sich die Spindel deutlich von der Umgebung ab. An derselben Hundeaorta wird auch ein kurzer Isthmus unmittelbar hinter der Abgangsstelle des Gefässes b beobachtet.

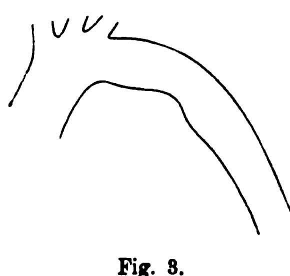


Fig. 3.

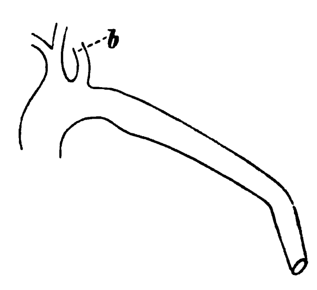


Fig. 4.

Durch die Existenz der Aortenspindel erscheint der Theil der Aorta, welcher zwischen Abgang der Subclavia und Aortenspindel liegt, verengt. Es wurde deshalb dieser Abschnitt der Aorta sehr bezeichnend mit dem Namen Isthmus Aortae belegt. Dieser Isthmus Aortae scheint nun wie die Aortenspindel nicht eine allen Aorten zukommende Bildung zu sein. Fehlt die Spindel, so scheint auch der Isthmus zu fehlen. Siehe Fig. 2. In einem anderen Praeparate, wo die Richtungsänderung der Aorta descendens ebenfalls ganz allmählich erfolgte, war von blossem Auge weder ein Aortenisthmus noch eine Aortenspindel zu sehen. Die Messung ergab

jedoch eine wenn auch geringe Verengerung des unmittelbar nach aussen vom Abgange der Subclavia liegenden Theiles der Aorta. Bevor indess auf diese Erscheinung eingegangen werden kann, müssen die hier in Frage kommenden Thatsachen der Experimentalhydraulik vorausgeschickt werden. Ich folge in meiner Darstellung der Experimentalhydraulik von Weisbach.[1]

Fliesst Wasser durch eine gekrümmte Röhre AB Fig. 5, so trennt sich in Folge der Centrifugalkraft das Wasser von der inneren Seite der Röhre. Es entsteht eine Contraction. Dieser Contraction entspricht ein gewisser Contractionscoëfficient, welcher sich ausdrücken lässt durch die Beziehung

$$\alpha = \frac{F_1}{F},$$

Fig. 5.

worin F_1 den Querschnitt des contrahirten Strahles, F den Querschnitt der cylindrischen Röhre bezeichnet. Wenn ferner r den Krümmungshalbmesser $CD = CE$ der Röhrenaxe, a die halbe Breite dieser Röhre bezeichnet, so existirt folgende Beziehung zwischen dem Contractionscoefficienten α und den Grössen r und a.

$$\alpha = \sqrt{\frac{r}{r + 4a}}$$

Um die Contraction des Wasserstrahles in der gekrümmten Röhre ganz zu vermeiden, muss man den Querschnitt derselben allmählich abnehmen lassen, etwa so wie AE Fig. 6 zeigt. Ist der Querschnitt der Ausmündung $E = \alpha$ mal Querschnitt der Einmündung, so füllt der bei E ausfliessende Strahl die Mündung ganz.

Bei derselben Gesammtablenkung erleidet das Wasser eine stärkere Contraction in rasch sich krümmenden als in sanft gekrümmten Röhren.

Fig. 6.

Aus der Formel $\alpha = \sqrt{\frac{r}{r + 4a}}$ ersieht man, dass bei constantem a der Contractionscoefficient um so grösser wird, je grösser r im Verhältniss zu a ist, d. h. die Contraction des Strahles wird um so kleiner, je flacher im Verhältniss zur Röhrenweite der Bogen ist. Ist r im Verhältniss zu a sehr gross, so wird α annähernd gleich 1; somit F_1 auch annähernd so gross wie F. Die Contraction ist in diesem Falle sehr klein. Ist dagegen r im Verhältniss zu a klein, so nimmt der Contractionscoefficient ab. Die Contraction wird in diesem Falle grösser sein.

[1] J. Weisbach, *Die Experimentalhydraulik.* Freiberg 1855.

Um nun wieder auf unser Praeparat zurückzukommen, so ergab die Messung folgendes. Bezeichnen wir der Kürze halber den Querschnitt der Aorta im Isthmusgebiet mit $F_{\prime\prime}$ den der Aorta im Spindelgebiet mit F und einen circa 4·5 cm nach aussen von der Abgangsstelle der Subclavia sinistra angelegten Querschnitt der Aorta mit $F_{\prime\prime}$, so fand sich, dass $F_{\prime} = F$, dagegen $F_{\prime\prime}$ kleiner als F war. Zwischen F und $F_{\prime}$ entspringen einige arteriae intercostales beziehungsweise bronchiales, ebenso zwischen F und $F_{\prime\prime}$. Durch die Abgabe von Aesten wird aber die Blutmenge in dem Hauptstamm kleiner, und es sollte demnach bei gleichen Strömungsbedingungen, wie dieselben in dem annähernd gleichmässig gekrümmten Rohre dieses Praeparates statthaben mussten, $F_{\prime}$ grösser als F sein, da ja $F_{\prime\prime}$ zu Folge der geringeren Blutmenge kleiner ist als F. Die Thatsache, dass der Querschnitt $F_{\prime}$ nicht grösser, sondern gleich gross ist wie der Querschnitt F, kann nicht anders als durch eine in $F_{\prime}$ stattfindende Contraction des Blutstromes erklärt werden.

An Wachspraeparaten können Querschnittsbestimmungen nicht mit der erforderlichen Genauigkeit ausgeführt werden. Ausserdem ist es sehr wahrscheinlich, dass die dünne Wand an der concaven Seite des Isthmus (siehe Wanddickebestimmungen der Aorta) dem hohen Injectionsdruck mehr nachgeben wird als die dickere Rohrwandung im Gebiete der Spindel. Es war desshalb nöthig dieses Resultat an einem Materiale zu prüfen, welches eine genaue Querschnittsbestimmung zulässt. Zu diesem Zwecke wurde das Gefässsystem mit flüssigem Gypsbrei ausgegossen und bei geringem Drucke injicirt, um eine Ueberdehnung der Gefässwand zu verhüten. Die Gefässe befanden sich dabei in ihrer natürlichen Lage und Verbindung mit den Weichtheilen. Gegen die der Erstarrung des flüssigen Gypsbreies folgende kleine Ausdehnung verhielt sich die Gefässwand etwa wie gegen die das Rohr ausdehnende systolische Blutwelle, so dass die Form des Ausgusses unter der Wirkung der Elasticität der Gefässwand zu Stande kam.

Hat nun die Formel $\alpha = \sqrt{\frac{r}{r + 4a}}$ Gültigkeit für den Blutstrom im Aortenbogen, so muss, wenn r noch kleiner ist im Verhältniss zu a als dies bei dem vorigen Praeparate der Fall war, der Querschnitt des Isthmus Aortae sogar kleiner sein als der Querschnitt der Aorta thoracica bei T Fig. 1. Die folgenden Querschnittsbestimmungen wurden an Gypsausgüssen ausgeführt, welche auf die oben beschriebene Weise hergestellt worden waren. Von diesen Ausgüssen fertigte ich mittelst einer feinen Laubsäge an bestimmten Stellen Querschnitte an. Um den Flächeninhalt eines Querschnittes bestimmen zu können, wurde derselbe mit einem spitzen Stifte umschrieben. Die so erhaltene Fläche wurde mittelst des Amsler'schen Planimeter ausgemessen.

I. Gypsausguss einer Aorta, die ungefähr die Form hatte, wie sie Fig. 1. zeigt.

Querschnitt des Aortenisthmus	290 □mm
Querschnitt der Aortenspindel	460 □mm
Querschnitt der Aorta thoracica bei T . .	350 □mm

Aus diesen Messungen geht hervor, dass, wenn wenn r im Verhältniss zu a klein ist, die Contraction stärker ausfällt, als wenn r im Verhältniss zu a grösser ist.

II. Gypsausguss einer Aorta, wo r im Verhältniss zu a grösser ist als im Gypsausguss I.

Querschnitt des Aortenisthmus	460 □mm
Querschnitt der Aortenspindel	650 □mm
Querschnitt der Aorta thoracica	460 □mm

III. Gypsausguss der Arteria subclavia sinistra.

Querschnitt der Subclavia sinistra vor Abgang der Aeste (truncus thyreo-cervicalis u. s. w.)	27.6 □mm
Querschnitt des Isthmus subclaviae	15.6 □mm
Querschnitt der Subclavia 2 cm nach aussen vom Isthmus	20.0 □mm

Dieser Ausguss der Subclavia sinistra stammt von derselben Leiche wie der Aortenausguss I.

Die eben angeführten Messungen beweisen die Existenz der Contraction des Blutstromes im Isthmus Aortae und im Isthmus der Arteria subclavia. Die Grösse der Contraction hängt von r und a ungefähr in der Weise ab, wie sie durch die Formel

$$\alpha = \sqrt{\frac{r}{r + 4a}}$$

ausgedrückt wird. Die genaue Bestimmung des Contractionscoefficienten α für den Blutstrom in dem gekrümmten elastischen Gefässrohr bleibt vor der Hand ein noch zu lösendes Problem.

Durch His[1] wissen wir ferner, dass am concaven Bogen der Aorta die Wanddicke von einer bestimmten Stelle ab rasch abnimmt. Weitere Messungen ergaben, dass die Wand der convexen Seite des Aortenisthmus eine grössere Dicke besitzt als die der concaven Seite. So wurde z. B. an einem Isthmus Aortae die Wanddicke der convexen und der concaven Seite in successiven Abständen gemessen und dabei folgende Resultate erhalten.

[1] His, a. a. O.

(Den Ausgangspunkt der Messung für die concave sowohl als für die convexe Seite bezeichnete in diesem Falle eine kurz ausserhalb der Abgangsstelle der Subclavia sinistra senkrecht zur Axe des Rohres gezogene Linie; den Endpunkt bestimmte eine senkrecht auf die Axe des Röhrenabschnittes geführte und durch das Ende des Ductus Botalli gehende Linie. Die Länge der concaven Seite dieses so begrenzten Isthmus betrug 1·5 cm; die Länge der convexen Seite 2 cm.)

Concave Seite des Isthmus.			Convexe Seite des Isthmus.		
Wanddicke	in 0 mm	0·875 mm	Wanddicke	in 0 mm	1. 30 mm
„	in 4 mm	0·783 mm	„	in 5 mm	1·086 mm
„	in 7 mm	0·653 mm	„	in 10 mm	1.025 mm
„	in 15 mm	0·640 mm	„	in 15 mm	1·020 mm
			„	in 20 mm	0·987 mm

Eine grössere Zahl auf diesen Punkt gerichteter Messungen ergab als Regel, dass die Wandung an der concaven Seite des Isthmus am dünnsten ist kurz vor dem Ansatze des arteriellen fibrösen Bandes und ferner, dass die convexe Seite des Isthmus eine grössere Wanddicke besitzt als die concave.

Welches sind nun die Ursachen dieses verschiedenen Verhaltens der Gefässwand ein und desselben Röhrenabschnittes? Der Gedanke lag nahe, die ungleiche Wanddicke verschiedener Stellen des Gefässrohres auf die Existenz ungleicher Drucke im Gefässrohr zurückzuführen. Man sieht auch sofort ein, dass der Blutstrom an der convexen Seiten immerfort abgelenkt wird. Gegen die convexe Seite des Isthmus Aortae findet demzufolge ein höherer Druck statt als gegen die concave. Die Grösse dieses Druckes hängt, wie die Experimentalhydraulik lehrt, von der Grösse des Winkels ab, um den der Strom abglenkt wird. Trifft nämlich eine Flüssigkeitssäule auf eine gekrümmte Rinne, durch die sie vollständig um einen gewissen Winkel z. B. β abgelenkt wird, so übt ihr Strahl einen Druck auf die ablenkende Fläche aus, der gleich ist

$$X = 2\, d\, a\, v^2 \sin \frac{\beta}{2},$$

in welcher Formel d die Dichtigkeit der Flüssigkeit, a den Querschnitt des Strahles bezeichnet. Aus diesem eben durch die Messung dargelegten Verhalten der Gefässwand an der convexen und concaven Seite des Aortenisthmus geht unmittelbar hervor, dass dem höheren Drucke eine dickere Gefässwand entspricht. Es war nunmehr zu untersuchen, ob an allen Stellen des Gefässsystems, wo nach physikalischen Gesetzen eine Druckerhöhung zu erwarten ist, auch eine grössere Wanddicke beobachtet wird.

Wird durch $\alpha\alpha$, Fig. 7, senkrecht auf die Axe, ein Querschnitt der Aorta ascendens angelegt, so findet sich an diesem Querschnitte die grösste Dicke bei α, d. h. am innern untern Quadranten der Aorta ascendens. Dieser Theil der Gefässwand liegt nun aber gerade gegenüber den Ausflussöffnungen der Anonyma und carotis sinistra. Nach einem bekannten physikalischen Gesetze, auf das wir seiner Wichtigkeit halber etwas näher eingehen müssen, findet also gegen α der Rückstoss der durch die Anonyma und carotis sinistra ausfliessenden Blutsäulen statt. Strömt nämlich aus einem Gefässe ein Flüssigkeitsstrahl durch eine Seitenöffnung ab, so erleidet die der Oeffnung entgegengesetzte Fläche einen Druck, den man die Reaction nennt. Dabei ist zu bemerken, dass die Reaction nur von den Endrichtungen und Querschnitten der Flüssigkeitsfaden, welche den Strahl constituiren, nicht aber von ihrer Krümmung abhängt. Welche Wege auch die Flüssigkeitsfaden bis zur Ausflussöffnung beschreiben mögen, immer hängt die Reaction derselben einzig von der Endrichtung der Flüssigkeitsfaden ab. Diese Endrichtung wird in jedem Falle durch die Axe der Anfangstheile des abgehenden Gefässes bestimmt. Unter der Bezeichnung „Axe eines Gefässes" ist also hier immer die Axe des Anfangstheiles des Gefässes verstanden.

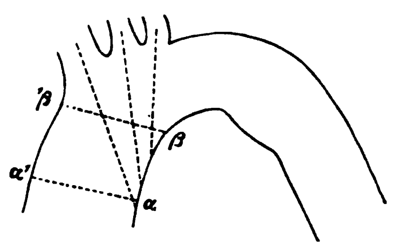


Fig. 7.

Ich lasse hier noch einige besondere Messungen folgen, welche zeigen sollen, dass die Reactionsstelle die grösste Wanddicke besitzt. Der Querschnitt des Rohres sei, wie das untenstehende Schema (Fig. 8) zeigt, in acht Längszonen getheilt, von denen die Streifen *a* an der concaven, *e* an der convexen Seite des Bogens liegen. *a* entspricht also Punkt α Fig. 7 und *e* Punkt α_1.

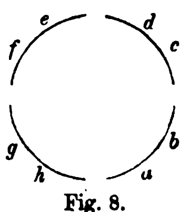


Fig. 8.

Wanddicke in	*a*	2·244 mm	Wanddicke in	*e*	1·735 mm
„ „	*b*	1·913 „	„ „	*f*	1·711 „
„ „	*c*	1·850 „	„ „	*g*	1·760 „
„ „	*d*	1·753 „	„ „	*h*	1·993 „

Somit haben wir hier ein zweites Beispiel für die Abhängigkeit der Wanddicke von der Höhe des Druckes.

Eine weitere Bestätigung der Thatsache, dass die Wanddicke mit dem Drucke wächst, giebt die Vergleichung der Schnittflächen der concaven und convexen Wand der Aorta ascendens, in unserer Fig. 7 $\alpha \beta$ und $\alpha_1 \beta_1$.

Die hierauf Bezug habenden Messungen sind folgende:

$\alpha \beta$			$\alpha_1 \beta_1$		
Wanddicke	in 0 cm	2·244 mm	Wanddicke	in 0 cm	1·735 mm
„	„ 0·5 „	2·422 „	„	„ 0·5 „	1·692 „
„	„ 1 „	2·100 „	„	„ 1 „	1·733 „
„	„ 1·5 „	1·886 „	„	„ 1·5 „	1·696 „
„	„ 2 „	1·761 „	„	„ 2 „	1·537 „

Aus diesen Messungen geht hervor, dass die concave Wand der Aorta ascendens eine grössere Wanddicke besitzt als die convexe. Es stimmt dieser Befund mit dem theoretischen Postulate überein. Die convexe Wand der Aorta ascendens erleidet nämlich einen Druck, dessen Grösse abhängig ist von der Ablenkung des aus dem Herzen kommenden Blutstromes. Dieser Druck ist

$$Q_1 = 2\, d\, a\, v^2 \sin \frac{\beta}{2}$$

Der Druck dagegen, welchen die Gefässwand in α erleidet hat die Grösse

$$Q = d\, a\, v^2,$$

indem die Reaction doppelt so gross ist als der haemostatische Druck. Für Winkel, die kleiner sind als 90°, ist Q_1 kleiner als Q. Der Ablenkungswinkel, um den der Blutstrom in der Aorta ascendens Fig. 7 abgelenkt wird, ist aber kleiner als 90°. Es muss demnach der Druck, den die concave Seite $\alpha \beta$ der Aorta ascendens erleidet, grösser sein als der Druck, der gegen die convexe Seite $\alpha_1 \beta_1$ stattfindet. Damit in Uebereinstimmung haben wir durch Messung gefunden, dass die concave Seite der Aorta ascendens eine grössere Wanddicke besitzt als die convexe. Eine auf den histologischen Bau der Reactionsstelle bezügliche Notiz, die ich hier folgen lasse, findet sich bei Thoma.[1]

„Am rechten Umfange der Aorta ascendens, wo bereits in früheren Perioden zahlreiche longitudinale Faserungen in der Media beobachtet wurden, folgt unter den elastischen Schichten der Intima eine mächtige, der Media zugehörige Anhäufung von längsgestellten Muskelfasern, die dicht durch-

[1] Thoma, Ueber die Abhängigkeit der Bindegewebsneubildung in der Arterienintima von den mechanischen Bedingungen des Blutumlaufes. Virchow's *Archiv*. Bd. XCIII.

setzt sind, von kräftigen elastischen Membranen von gleichfalls longitudinaler Faserrichtung."

Es ist einleuchtend, dass die Lage der Reactionsstellen der einzelnen Gefässe abhängig ist von der Richtung der Axen. Es können z. B. die Reactionsstellen der Anonyma, Carotis und Subclavia s. sehr nahe bei einander liegen, wie dies Fig. 7 zeigt, oder aber die Reactionsstellen der einzelnen Gefässe liegen getrennt von einander. In diesem letzteren Falle finden wir, dass jede dieser Reactionsstellen eine grössere Wanddicke besitzt, als die Umgebung. Die grösste Wanddicke hat aber stets die Stelle der Aorta ascendens, welche gegenüber der Ausflussöffnung der Anonyma liegt, da die Reaction mit der Fläche der Oeffnung wächst.

Die an der Aorta gefundene Beziehung der Wanddicke der Reactionsstelle zur Reaction war nun weiter am Gefässystem zu prüfen. Ueberall, wo Aeste abgehen, findet eine Reaction des ausströmenden Blutstromes gegen die der Ausflussöffnung des Astes gegenüberliegende Stelle der Gefässwand des Hauptstammes statt. Je nach der Grösse des Winkels, unter welchem der Ast entspringt, erleidet die Gefässwand des Hauptstammes in verschiedener Höhe über der Abgangsstelle die Reaction. Ist nun die Wanddicke abhängig von der Grösse des Druckes, so muss auch, je nach dem Winkel, unter dem ein Ast entspringt, in verschiedener Höhe über der Abgangsstelle eine grössere Wanddicke der Gefässwand des Hauptstammes beobachtet worden.

Zahlreiche an den verschiedensten Abschnitten des Gefässsystems ausgeführte Messungen beweisen, dass die Stellen der Gefässwand, gegen welche die Reaction stattfindet, auch eine dickere Wandung besitzen als die Umgebung. Da im Verlaufe dieser Arbeit noch eine Reihe dahingehender Beobachtungen mitgetheilt werden, so mögen hier nur einige Beispiele aufgeführt werden.

I. Die Carotis dextra entspringt unter einem ziemlich spitzen Winkel aus der Anonyma. Es trifft demzufolge die verlängerte Axe des Anfangstheiles der Carotis die Wand der Anonyma ungefähr in einer Entfernung von 2 ^{cm} vom Abgange der Carotis. Nun ergiebt die Messung:

a) Wanddicke der Anonyma kurz nach Abgang derselben aus der Aorta. Aeussere Wand . . . . 1·040 ^{mm}

b) Wanddicke der Anonyma kurz vor Abgang der Subclavia. Aeussere Wand . . . . 0·864 ^{mm}

Der grössere Werth von a fällt auf Rechnung des Reactionsstosses der Carotis.

II. Der Anfangstheil der Art. transversa colli steht beinahe senkrecht zur Axe der Subclavia. Demzufolge besitzt auch die annähernd senkrecht gegenüberliegende Stelle der Gefässwand eine grössere Wanddicke als ihre Umgebung.

a) Wanddicke der Subclavia gegenüber der Abgangsstelle der Art. transversa colli. Concave Seite . . . . . . 0·553 mm

b) Wanddicke der Subclavia derselben concaven Seite, 6 mm jenseits von der Abgangsstelle der Art. transversa colli 0·366 mm

III. Die Art. femoralis profunda entspringt unter einem spitzen Winkel aus der Art. femoralis. Es muss deshalb die Reaction gegen eine über der Ausflussöffnung der Art. femoralis profunda gelegenen Stelle der Gefässwand stattfinden, was die Messung bestätigt.

a) Wanddicke der Art. femoralis 1·5 cm über der Abgangsstelle der Art. femoralis prof. Vordere Wand . . . . . 1·057 mm

b) Wanddicke der Art. femoralis 1 cm über der Abgangsstelle der Art. femoralis prof. Vordere Wand . . . . . 1·135 mm

c) Wanddicke der Art. femoralis 0·5 cm über der Abgangsstelle der Art. femoralis prof. Vordere Wand . . . . . 1·268 mm

d) Wanddicke der Art. femoralis in der Höhe der Abgangsstelle der Art. femoralis prof. Vordere Wand . . . . . 1·166 mm

Bis jetzt haben wir gezeigt, dass die Gefässwand Druckänderungen mit entsprechender Wanddicke beantwortet. Es soll nun die Frage aufgestellt werden, durch welche Vorrichtungen die Stellen der Gefässwand, die dauernd einen Stoss erleiden, vor einer Verschiebung geschützt werden. Vorab ist hervorzuheben, dass an allen Theilungswinkeln eine beträchtliche Verdickung der Wand vorhanden ist und dass der einspringende Winkel dieser Abgangsstellen stets durch einen tief in die Lichtung einschneidenden Strompfeiler charakterisirt ist. Bei der Anonyma, Carotis und Subclavia s. (u. s. w.) erkennt man diese Pfeiler am Ausguss des Rohres als tiefe Einschnitte, die auch in den Hauptcylinder mehr oder weniger weit übergreifen. Am aufgeschnittenen Rohre haben sie den Charakter von scharf auslaufenden Leisten; dieselben sind aus Faltungen der Gefässwand hervorgegangen.

Schneidet man nun die Aorta ascendens vom Menschen von der Reactionsstelle in der Richtung nach dem Pfeiler, welcher die Strombahnen der Anonyma und Carotis sinistra trennt, auf, so zeigt sich, dass die Wanddicke der in dieser Richtung angelegten Schnittfläche eine grössere ist, als die von jeder in einer anderen Richtung

angelegten Schnittfläche. Trifft die Axe des Anfangstheiles der Anonyma die convexe Wand der Aorta ascendens, so verbindet ein dickerer Gewebsstreifen den Pfeiler mit der an der convexen Seite der Aorta ascendens gelegenen Reactionsstelle. Ein festerer Gewebsring verbindet demnach die Abgangsstelle der grossen Gefässstämme mit ihren entsprechenden Reactionsstellen.

Es war nun von Interesse zu untersuchen, ob ähnliche Einrichtungen, wie sie an der Aorta des Menschen gefunden wurden, sich auch an Aorten von Thieren wiederfinden. Zu diesem Zwecke wurde die Aorta vom Hunde untersucht. Schneidet man die Aorta ascendens vom Hunde auf, so sieht man in der Gegend des Abganges der Aeste leistenförmige Erhebungen die glatte Innenfläche durchziehen.. Eine genauere Betrachtung ergiebt nun, dass diese Leisten $\alpha\,\alpha_1$ und $\beta\,\beta_1$ Fig. 9 und 10 die Strompfeiler der beiden Gefässe *a* und *b* mit zwei Punkten der Aorta ascendens verbinden, nämlich mit der Stelle α, wo der Blutstrom seine stärkste Ablenkung erfährt und mit der Reactionsstelle β. Von den Pfeilern α_1 und β_1 setzen sich diese Leisten, welche an leeren Gefässen deutlich prominiren, in die Gefässwand der abgehenden Aeste fort und zwar finden sie sich an der Wand des Gefässes, welches den Blutstrom abzulenken hat.

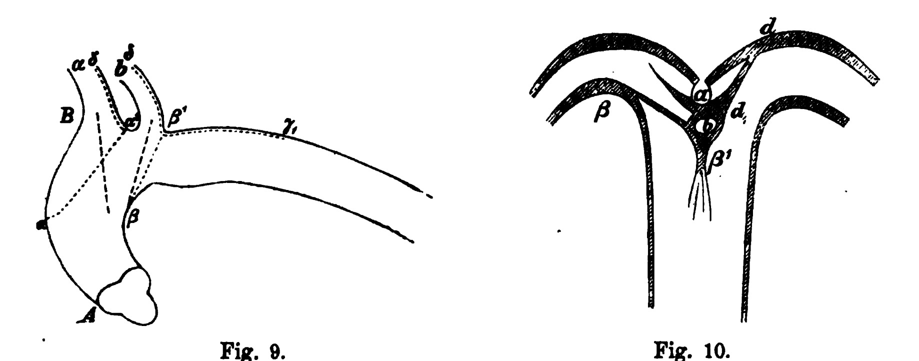


Fig. 9. Fig. 10.

Durch die Wandseite $\alpha_1\,\delta$ des Gefässes *a* und $\beta_1\,\delta$ des Gefässes *b* wird der in die Gefässe fliessende Blutstrom von seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt, wie dies aus dem Verlauf der Gefässe Fig. 9 deutlich hervorgeht. Von dem Pfeiler β_1 geht ausserdem noch eine Leiste γ_1 an die convexe Wand des Anfangstheiles der Aorta descendens, wo dieselbe in kurzer Entfernung von β_1 büschelförmig in eine Reihe von Strippen zerfällt. Siehe Fig. 10. Während die Leiste $\alpha\,\alpha_1$ an allen drei Hundeaorten, die daraufhin untersucht wurden, vorhanden war, fehlte in einer Aorta die Leiste $\beta\,\beta_1$. Die Reaction fand in diesem Falle gegen die convexe Wand der Aorta ascendens statt.

Die Anordnung der eben erwähnten Leisten geht aus Fig. 9 und 10 hervor. Fig. 9 ist ohne weiteres verständlich; in Fig. 10 ist die Aorta von der concaven Seite aufgeschnitten und die Innenfläche dargestellt.

Ein Blick auf Fig. 9 genügt, um zu erkennen, dass in α der Strom um den grössten Winkel abgelenkt wird. Wie sollte die Gefässwand dauernd dem hier stattfindenden grossen Drucke widerstehen können? Dieselbe würde ohne Gegenzug immer mehr ausgeweitet werden bis zur endlichen Zerreissung.

Durch die Leiste $\alpha\,\alpha_1$ wird α direct mit α_1 verkuppelt. Dieselbe Kraft des Blutstromes, welche den Pfeiler zu heben sucht, bewirkt, dass α durch den Druck des abgelenkten Blutstromes nicht immer mehr nach aussen gedränkt wird. — Für den Pfeiler β_1 und die Reactionsstelle β gilt die gleiche Betrachtung wie für α_1 und α. Durch die Leiste $\beta_1\,\gamma_1$ wird die Aortenwand in $\beta_1\,\gamma_1$, die ebenfalls einen Druck nach aussen durch die Ablenkung des Blutstromes erleidet, vor Ueberdehung geschützt.

Die beim Menschen gefundene Thatsache, dass die Wanddicke mit der Grösse des Druckes wächst, findet auch an der Aorta des Hundes ihre Bestätigung. Schneidet man die Aorta Fig. 9 in der Richtung von A nach B an ihrer convexen Seite auf, so findet sich, wie aus untenstehenden Messungen hervorgeht, die grösste Wanddicke bei α.

Wanddicke in A	$1 \cdot 646^{\text{mm}}$
Wanddicke in α	$2 \cdot 081^{\text{mm}}$
Wanddicke in B	$1 \cdot 633^{\text{mm}}$

Dies stimmt mit dem theoretischen Postulate, denn nach der Beziehung $Q = d a v^2 \sin \frac{\beta}{2}$ muss die Gefässwand in α die grösste Wanddicke besitzen.

Um annähernd Aufschluss über die Bewegungsvorgänge der Flüssigkeitstheilchen beim Durchströmen des Blutes durch den knieförmigen Aortenabschnitt zu erhalten, wurde Flüssigkeit, in der Eichenholzspäne suspendirt waren, durch eine der Aorta nachgebildete Glasröhre geleitet. Dieselbe war überall cylindrisch mit Ausnahme des Mittelstückes, das einen kleineren Querschnitt als der übrige Theil des Rohres hatte. Die Richtungsänderung von dem Mittelstück in den absteigenden Schenkel erfolgte in diesem Glasmodell plötzlich. Der Durchströmungsversuch mit dieser Glasaorta zeigte nun, dass hier im Gegensatz zu sanftgekrümmten Röhren, wo die Partikelchen annähernd einander parallel laufen, die Partikelchen in dem Kniestück divergiren. Obschon die Erscheinungen, welche bei diesem Versuche auftreten, viel zu complicirt sind und zeitlich zu rasch ablaufen, um die einzelnen Phasen der Bewegung der Partikelchen beobachten zu können, so sieht man doch deutlich, wie in dem Kniestück Partikelchen in grosser Zahl von der Mitte des Stromes gegen die concave, innere Wand

abgelenkt werden. Diese abgelenkten Partikelchen treffen die innere Wand erst in einer gewissen Entfernung unterhalb der Umbiegungsstelle des absteigenden Schenkels. Man sieht ferner deutlich, dass gegen die Stelle, welche unmittelbar unter der Umbiegungsstelle liegt, keine Partikelchen geworfen werden. In einer je nach der Grösse des Winkels, den die Axe des absteigenden Schenkels mit der Axe des Isthmus bildet, veschiedenen Entfernung von der Umbiegungsstelle stossen die Partikelchen unter den steilsten Winkel gegen die innere Wand. Nach abwärts von dieser Stelle wird der Winkel immer kleiner, unter dem die Partikelchen gegen die Wand treffen. Der Druck, den die innere Wand in Folge des Stosses der Flüssigkeitstheilchen erleidet, ist dem zu Folge an der Stelle am grössten, wo die Partikelchen unter dem grössten Winkel aufschlagen. Sind nun im Aortenknie die Strömungsvorgänge ähnlich den in der Glasaorta beobachteten, so muss zu Folge der gefundenen Abhängigkeit der Wanddicke vom Druck unmittelbar unter der Ansatzstelle des fibrösen arteriellen Bandes die innere Wand der Aorta descendens eine geringere Wanddicke besitzen als weiter abwärts. Ferner muss von einer Stelle maximaler Wanddicke an (da wo die Partikelchen unter dem grössten Winkel die Wand treffen) die Wanddicke der inneren Wand wieder abnehmen.

Aus den nachfolgenden Messungen ersieht man, dass in der That, entsprechend den Strömungsverhältnissen in dem Kniestück der Glasaorta, die postulirten Wanddickeverhältnisse an der inneren Wand der Aorta descendens gefunden wurden.

Wanddickebestimmungen der inneren Wand der Aorta descendens.

Aorta 1.

Wanddicke	am Ductus Botalli	. . .	1·949 mm
„	0·5 cm	nach abwärts v. D. B.	1·276 mm
„	1 cm	„ „ „	1·643 mm
„	2 cm	„ „ „	1·240 mm

Aorta 2.

Wanddicke	am Ductus Botalli	. . .	2·237 mm
„	1 cm	nach abwärts v. D. B.	1·605 mm
„	1·3 cm	„ „ „	1·707 mm
„	1·9 cm	„ „ „	1·560 mm
„	3·5 cm	nach abwärts v. D. B.	1·267 mm
„	4·5 cm	„ „ „	1·384 mm
„	5·5 cm	„ „ „	1·353 mm
„	6·5 cm	„ „ „	1·369 mm

Aorta 3.

Wanddicke	$0\cdot3^{cm}$	nach abwärts	v. D. B.	$1\cdot196^{mm}$
„	$0\cdot7^{cm}$	„ „	„	$1\cdot346^{mm}$
„	$1\cdot2^{cm}$	„ „	„	$1\cdot340^{mm}$
„	$1\cdot7^{cm}$	„ „	„	$1\cdot201^{mm}$
„	$2\cdot2^{cm}$	„ „	„	$1\cdot270^{mm}$
„	4^{cm}	„ „	„	$1\cdot087^{mm}$

Durch die wiederholten Ablenkungen, die die Flüssigkeitstheilchen in dem knieförmigen Aortenabschnitt erleiden, wird ein Theil der lebendigen Kraft der Flüssigkeitstheilchen in einen entsprechenden Druck, der gegen die Wand stattfindet, umgesetzt. Die Geschwindigkeit des abgelenkten Flüssigkeitstheilchens ist demnach kleiner geworden. Andererseits tritt ein weiterer Verlust an lebendiger Kraft durch die innere Reibung der Flüssigkeitstheilchen auf, die nach einem Satz der Physik proportional ist der Geschwindigkeitsdifferenz der auf einander stossenden Flüssigkeitstheilchen. Es stossen nämlich im Aortenknie die centralen Flüssigkeitstheilchen, welche mit grosser Geschwindigkeit aus dem Isthmus kommen, auf die gegen die Strommitte abgelenkten peripheren Flüssigkeitstheilchen, die durch die Ablenkung an Geschwindigkeit eingebüsst haben. Die Geschwindigkeitsdifferenz der centralen und peripheren Flüssigkeitstheilchen und somit auch die innere Reibung wird um so grösser sein, je kleiner der Querschnitt des Isthmus und je grösser der Winkel ist, den die Axe der Aorta descendens mit der Axe des Isthmus bildet. Beide Factoren, die wiederholte Ablenkung und die grössere innere Reibung der Flüssigkeitstheilchen, bewirken also, dass die mittlere Geschwindigkeit des Blutstromes im Anfangstheil der Aorta descendens kleiner wird. Da aber in einem geschlossenen Röhrensystem bei constantem Drucke durch jeden Querschnitt die gleiche Menge Flüssigkeit in der Zeiteinheit fliesst, was durch die Beziehung $F.v = F_{,}\cdot v_{,}$ ausgedrückt wird, so muss, wenn $v_{,}$ kleiner als v ist, $F_{,}$ grösser als F sein.

Die Aortenspindel ist demnach mechanisch ableitbar von der plötzlichen Richtungsänderung des Anfangtheiles der Aorta descendens. Die Grösse des Querschnittes der Spindel hängt einerseits von dem Winkel, den die Axe der Aorta descendens mit der Axe des Isthmustheiles der Aorta bildet, andererseits von dem Querschnitt des Isthmus ab. In Aorten, wo die Richtungsänderung allmählich stattfindet, wird auch keine Spindel beobachtet.

Die im Anfangstheile der Aorta descendens beobachtete Spindelbildung steht nicht vereinzelt im Gefässsystem da. Wirft man einen Blick auf Fig. 2, so erkennt man leicht, dass der Querschnitt der Aorta ascendens

vom Ursprung derselben bis ungefähr zur Mitte ihrer Länge stetig grösser wird, um von der Mitte ab wieder abzunehmen. Leider haben mir bis jetzt vollständige Gypsausgüsse der Aorta ascendens gefehlt, so dass ich nicht in der Lage bin, hierfür Zahlen angeben zu können. Ich werde auf diesen Punkt später noch einmal zurückkommen.

II. Subclaviaisthmus und Subclaviaspindel.

Die Arteria subclavia beschreibt von ihrem Ursprunge aus der Aorta bezw. Anonyma bis zum oberen Rande des M. pectoralis minor einen Bogen, dessen Weite bei verschiedenen Individuen verschieden ist. Man kann deshalb die Subclaviabogen ähnlich den Aortenbogen in hochbogige und flachbogige unterscheiden. In Bezug auf die Entstehung des Isthmus subclaviae und der Subclaviaspindel gilt das nämliche, was bereits früher über die analogen Bildungen der Aorta gesagt wurde.

Der Subclaviaisthmus beginnt kurz nach aussen von der Abgangsstelle des Truncus thyreo-cervicalis und endigt da, wo die Art. transversa colli entspringt. Nimmt die Art. transversa colli ihren Ursprung noch hinter dem äusseren Rande des M. scalenus anticus, so bezeichnet die äussere Grenze des Isthmusgebietes die Stelle, wo die Subclavia plötzlich ihre Richtung ändert und nach abwärts verläuft. Untenstehende Abbildung (Fig. 11) stammt von einem Wachsausgusse der Subclavia sinistra.

Im Allgemeinen hat der Isthmus eine Länge von 0·5—1 cm. Der innere Theil des Isthmusgebietes liegt noch hinter dem M. scalenus anticus; der äussere hingegen nach aussen von demselben. Den Isthmus subclavia zeichnet eine sehr dünne Gefässwandung aus. Nicht nur die Wandung der concaven Seite, sondern der ganze Rohrabschnitt hat eine bedeutend dünnere Wandung als die Abschnitte der Subclavia vor und nach dem Isthmus. Bei der Unterbindung der Art. subclavia am Orte der Wahl wird demzufolge stets der Isthmus subclaviae, d. h. die Partie der Subclavia getroffen, welche die dünnste Wandung besitzt. Auf diesen Punkt werde ich in meiner Arbeit über die Art. subclavia näher eintreten. Ich gebe im Folgenden einige Messungen der Wandung der Art. subclavia vor dem Isthmus, im Isthmusgebiete und nach dem Isthmus.

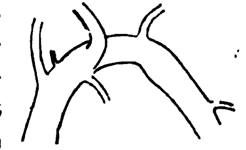


Fig. 11.

I. Subclavia dextra. Concave Seite.

Wanddicke der Art. subclavia vor Abgang der Aeste. (Art. vertebralis, Truncus thyreo-cervicalis etc.)	0·673 mm
Wanddicke der Art. subclavia im Isthmusgebiet	0·319 mm
Wanddicke der Art. subclavia im Spindelgebiet	0·601 mm

II. Subclavia sinistra. Concave Seite.

Wanddicke der Art. subclavia vor Abgang der Aeste . . . 0·728 mm
Wanddicke der Art. subclavia im Isthmusgebiet . . . . . 0·571 mm
Wanddicke der Art. subclavia im Spindelgebiet . . . . . 0·689 mm

III. Subclavia dextra. Convexe Seite.

Wanddicke der Art. subclavia vor Abgang der Aeste . . . 0·694 mm
Wanddicke der Art. subclavia im Isthmusgebiet . . . . . 0·358 mm
Wanddicke der Art. subclavia im Spindelgebiet . . . . . 0·664 mm

IV. Subclavia dextra. Convexe Seite.

Wanddicke der Art. subclavia vor Abgang der Aeste . . . 1·04 mm
Wanddicke der Art. subclavia im Isthmusgebiet . . . . . 0·448 mm
Wanddicke der Art. subclavia im Spindelgebiet . . . . . 0·705 mm

Im Allgemeinen hat sich aus einer grossen Zahl von Messungen ergeben, dass die Wandung der Art. subclavia im Isthmusgebiet eine um die Hälfte bis Eindrittel geringere Wanddicke besitzt als die Wandung der Subclavia vor dem Isthmus.

Die auf sämmtliche grössere Arterien des Körpers ausgedehnten Messungen haben zur Kenntniss einer physiologisch sehr wichtigen Thatsache geführt. Ich beschränke mich hier zunächst darauf, diese Thatsache auszuführen; weitere Messungen und die hydraulische Erklärung derselben lasse ich im zweiten Theile dieser Arbeit folgen. Schneidet man ein beliebiges Arterienrohr der Länge nach auf und misst in successiven Abständen die Dicke dieser Schnittfläche, so zeigt sich, dass dieselbe nicht überall gleiche Dicke besitzt, sondern dass dickere Wandstrecken mit dünneren abwechseln. Unmittelbar vor dem Abgange eines Astes erfährt die Gefässwand des Hauptstammes eine beträchtliche Dickezunahme. Nach Abgabe des Astes wird die Gefässwand wieder dünner, um gegen die Ursprungsstelle eines zweiten Astes von neuem stärker zu werden. Dieser Wechsel in der Wanddicke der Gefässwand einer Hauptarterie erfolgt so oft, als Aeste abgehen. Trägt man die verschiedenen Grössen, welche man durch Messung erhalten hat, graphisch auf, so erhält man eine wellenförmige Curve, in der die Wellenberge den Stellen des Arterienstammes entsprechen, die unmittelbar vor dem Abgang von Aesten liegen. Eine solche Curve der Art. subclavia stellt die beigegebene Figur 12 dar. Aus dieser Curve ersieht man ferner, dass die Gefässwand der Art. subclavia ihre geringste Dicke im Isthmusgebiet besitzt.

n Anonyma-Ursprung. 1·230 mm.

m Anonyma-Mitte. 0·786 mm.

l Subclavia kurz nach Ursprung aus Anonyma. 0·862 mm.

k Subclavia vor Abgang des Truncus thyreo-cervicalis. 1·04 mm.

i Subclavia 2 mm nach Abgang des Truncus thyreo-cervicalis. 0·448 mm.

h Subclavia 8 mm nach Abgang des Truncus thyreo-cervicalis (kurz nachher entspringt ein Stämmchen). 0·457.

g Subclavia 1·9 cm nach Abgang des Truncus thyreo-cervicalis. 0·470 mm.

f Subclavia 3·1 cm nach aussen vom Truncus thyreo-cervicalis. 0·705 mm.

e Subclavia kurz vor Ursprung der Art. thoracico-acromialis. 0·661 mm.

d Art. axillaris in der Mitte zwischen Art. thoraco-acr. und Art. subscapularis. 0·540 mm.

c Art. axillaris vor Ursprung der Art. subscapularis. 0·625 mm.

b Art. brachialis 5 mm nach aussen vom Ursprung der Art. subscapularis. 0·501 mm.

a Art. brachialis 1 cm unterhalb der Abgangsstelle der Art. subscapularis. 0·614 mm.



Fig. 12.

Ueber die Verbesserungsfähigkeit der Mikroskope.

Von

Dr. R. Altmann,
Prosector an der anatomischen Anstalt zu Leipzig.

In Stephenson's homogener Immersion haben die Fortschritte des Mikroskopes einen gewissen Abschluss erreicht, der sich gegenüber der aufeinanderfolgenden Reihe der Trocken-Wasser-Oellinsen kennzeichnet.

Setzt man mit Helmholtz die absolute Leistung $E = \frac{\lambda}{2 \sin \alpha'}$, wo α' den halben Oeffnungswinkel und λ die Wellenlänge des Lichtes bedeutet, so erhalten wir im besten Falle, nämlich $\alpha' = 90$ Grad vorausgesetzt, $E = \frac{\lambda}{2}$, wo λ in jedem Theil des Spectrums in seiner Grösse sich umgekehrt proportional dem Index der Immersionsflüssigkeit verhält, für welche der Oeffnungswinkel gemessen ist.

Die hier wirklich erreichbare Grösse scheint wegen der Schwierigkeiten der Correction durch einen Oeffnungswinkel von 120 Grad schon abgegrenzt zu sein, und entspricht daher einem absoluten Werthe von $\frac{\lambda}{2 . 0 \cdot 866}$.

Was also durch die Vergrösserung des Oeffnungswinkels noch zu erreichen wäre, beschränkt sich auf $1 - 0 \cdot 866 = 0 \cdot 134$, also etwa $\frac{1}{7}$ des Gesammtwerthes, und wenn man hinzunimmt, dass gerade in diesem letzten Siebentel die Schwierigkeiten der Correction rapide wachsen, so ist es kaum anzurathen auf eine weitere Vergrösserung des Oeffnungswinkels sein Augenmerk zu richten. Viel eher wäre es erwünscht, wenigstens bis 120 Grad die Correction möglichst zu vervollkommnen.

Für einen weiteren Fortschritt des Mikroskopes bleibt also nur noch die Verringerung der Grösse von λ übrig.

Diese kann geschehen erstens durch die Wahl der Spectralfarbe, zweitens durch einen höheren Index der Immersionsflüssigkeit.

Den ersten, schon mehrfach erörterten Weg wollen wir hier übergehen und wollen nur die Frage erörtern, wie durch einen höheren Index der Immersionsflüssigkeit die Leistungen des Mikroskopes gefördert werden könnten.

Es handelt sich hier darum, eine Constructionsform des Objectives zu finden, welche ohne wesentliche Erschwerungen der Correction dieses ermöglicht.

Diese Möglichkeit findet in folgenden Betrachtungen einen Anhalt.

Legt man eine grosse Halbkugel aus Glas mit der planen Fläche auf eine Druckschrift, so erscheinen die Buchstaben vergrössert. Bestimmt man diese Vergrösserung, so zeigt sich, dass sie genau dem Verhältniss entspricht, welches der Index der Luft und der Index des Glases zu einander haben.

Es ist leicht nachzuweisen, warum dieses so sein muss, und ferner leicht nachzuweisen, dass diejenigen Strahlen, welche vom Mittelpunkte der Kugel kommen, keine Aberration haben, eine Verschlechterung des Bildes aber erst in einiger Entfernung vom Mittelpunkte merkbar werden kann.

Wir haben also auf diese Weise die Möglichkeit, Vergrösserungen ohne sphärische und chromatische Aberration zu erzielen.

Wenden wir dieses auf das Mikroskop an, so ergiebt eine genauere Ueberlegung, dass man mit einem höheren Brechungsindex der Immersionsflüssigkeit an den homogenen Immersionsobjectiven durch die Veränderung einer einzigen Fläche die absolute Leistung dem Index entsprechend erhöhen kann, ohne wesentlicher Correctionsänderungen zu bedürfen.

Haben wir es in Fig. 1 mit dem Durchschnitt einer halbkugeligen Frontlinse zu thun, und entspricht A dem in der Axe gelegenen Objectpunkt, so braucht man nur mit dem Radius AB eine Hohlfläche BFC einzuschleifen und den Raum zwischen A und BFC mit einer Flüssigkeit von höherem Index auszufüllen, um zu sehen, dass die Leistung des Objectives sich im Verhältniss der Indices des Crownglases und der Flüssigkeit erhöht hat.

Ist die Fläche BFC genau geschliffen, das Objectiv aber vorher für homogene Immersion genau corrigirt, so sind auch nach dem Einschleifen der Hohlfläche die von A kommenden Strahlen aberrationsfrei. Erst in einiger Entfernung von A machen sich secundäre Aberrationen merkbar, die aber durch kleine Aenderungen an den Hinterlinsen leicht ausgeglichen werden können.

Um die Haltbarkeit der Fassung nicht zu beeinträchtigen und um den Meniskus $BECF$ nicht zu zart zu machen, kann man die Frontlinse etwas über Halbkugelgrösse anfertigen (Fig. 2), und dann mit dem Radius AB'

die Hohlfläche $B'' F'' C''$ einschleifen; denn diese Hohlfläche braucht nur eine Eigenschaft zu haben, nämlich genau concentrisch um A zu sein. Welche Entfernung sie von A hat, ist gleichgültig. Naturgemäss wird die Breite $B'' C''$ der Hohlfläche dem gewünschten Oeffnungswinkel entsprechen müssen.

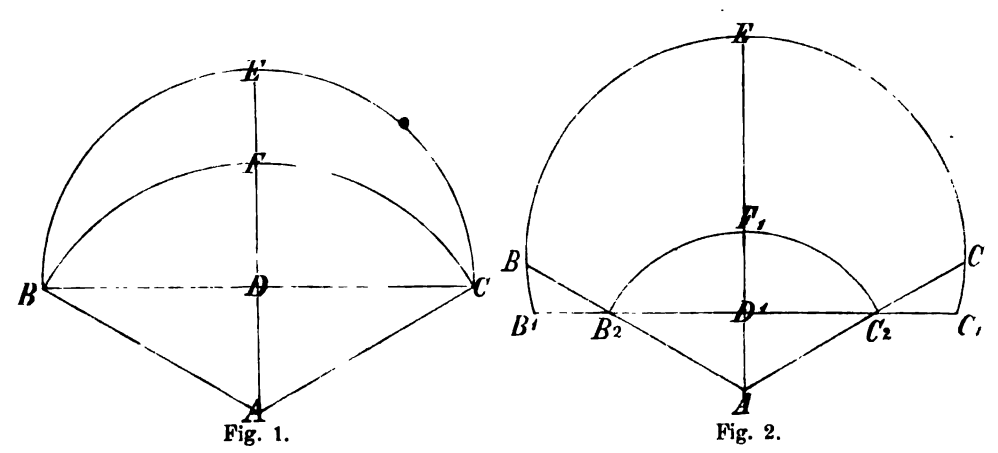


Fig. 1. Fig. 2.

Man sieht daraus, dass das Auffinden einer Flüssigkeit mit höherem Index es ermöglicht, durch relativ einfache Aenderung der Construction die Leistungsfähigkeit des Mikroskopes zu erhöhen.

Hr. Optiker Leitz in Wetzlar hatte die Güte, mir ein Paar Oelimmersionen mit einer solchen Hohlfläche zu versehen; sie reichten ohne weitere Correctur wenigstens dazu aus, um die Richtigkeit jener theoretischen Voraussetzungen zu bestätigen. Die Brennweite der Objective wurde bei gleich bleibendem Durchmesser entsprechend dem höheren Index der angewendeten Flüssigkeit verkürzt, und dadurch wird, wie ich schon in einer früheren Abhandlung hervorgehoben habe, die absolute Leistung entsprechend erhöht.

Was nun die Praxis jener theoretischen Erörterungen betrifft, so haben wir es da mit dreierlei Schwierigkeiten zu thun, die zu überwinden sind. Diese bestehen erstens in der Herstellung jener Hohlfläche und den nachträglichen Correcturen an den Hinterlinsen, zweitens in dem Auffinden passender Flüssigkeiten, drittens in der Verwendung dieser Flüssigkeiten für histologische Zwecke.

Was die erste Schwierigkeit betrifft, so werden kleine Abweichungen in der Herstellung der Hohlfläche kaum zu vermeiden sein und werden deshalb, ebenso wie die erwähnten secundären Aberrationen, nachträgliche Correcturen an den Hinterlinsen erfordern. Da dieses hier für jeden einzelnen Fall Geltung hat, so ist dieser Umstand für die heutigen Optiker,

welche an eine möglichste Verfeinerung der fabrikmässigen Herstellung gewöhnt sind, äusserst unbequem. Dennoch glaube ich, dass diese Schwierigkeit bei eintretendem Bedürfniss sich wird überwinden lassen.

In Betreff des Auffindens passender Flüssigkeiten kann gewiss noch manches erreicht werden, wenn erst die Aufmerksamkeit auf diesen Punkt gerichtet sein wird. Von den in Betreff ihres Index bekannten Flüssigkeiten hat gelöster Phosphor den Vorrang vor allen übrigen; doch ist die Anwendung desselben so unbequem, dass wir von ihm wohl vorläufig absehen müssen. Demnächst folgt, wie ich gefunden habe, das Methylenjodid, welches das bekannte Monobromnaphtalin noch wesentlich an Brechkraft übertrifft. Längere Zeit im Lichte stehen gelassen, bräunt es sich durch Ausscheidung von Jod, doch kann man die Färbung leicht durch Schütteln mit wässeriger Kalilösung wegschaffen. Trockenen Diatomeen kann es ohne Weiteres applizirt werden, histologische Praeparate muss man erst nach einander mit Alcohol absolutus und Monobromnaphtalin behandeln.

Es erscheint nicht unmöglich, dass sich noch andere, vielleicht organische Metallverbindungen werden herstellen lassen, welche einen noch höheren Index haben, und dennoch bequem in der Anwendung sind.

Die dritte jener Schwierigkeiten, die Verwerthung hoher Indices für die histologische Arbeit, ist für uns wohl die wichtigste. Denn was hilft uns die Herstellung richtiger Constructionsformen ohne die Anwendbarkeit derselben. Thatsächlich lassen sich hier mancherlei Bedenken anführen.

Zunächst muss, um den höheren Index einer Immersionsflüssigkeit direct und in vollem Umfange nutzbar zu machen, das Deckgläschen wegfallen und die Immersionsflüssigkeiten zugleich als einschliessendes Medium für das Praeparat benutzt werden.

Was den Wegfall des Deckgläschens betrifft, so ist man bereits daran gewöhnt, die Mehrzahl der histologischen Praeparate, sei es durch Ankleben, sei es durch Antrocknen an die Unterlage zu fixiren. Es dürfte also darin kein principieller Hinderungsgrund gegeben sein. Ein hiermit verbundener Vortheil besteht darin, dass beim Wegfall des Deckgläschens das Princip der homogenen Immersion überhaupt nicht mehr gestört werden kann.

Bei der Benutzung höherer Indices für das einschliessende Medium ist folgendes zu bedenken.

Die Gewebselemente haben, selbst im gehärteten Zustande, selten einen grösseren Index als 1,55. Wenn nun das einschliessende Medium wesentlich stärker bricht, so müssen jene Brechungseffekte eintreten, wie wir sie etwa bei Betrachtung gehärteter Gewebe in Wasser sehen. Und gerade die Bestrebungen der heutigen Histologie gehen darauf hin, durch Ausschluss der Brechungsunterschiede und durch reine Farbendifferenzen weiter zu kommen.

Doch giebt es bekanntlich ein Hülfsmittel, um bestehende Brechungsunterschiede auf eine andere Art unschädlich zu machen; es geschieht dieses durch Vergrösserung der einfallenden Beleuchtungskegel. Ein Beleuchtungskegel von 180 Grad für das einschliessende Medium muss theoretisch jeden Brechungsunterschied auszugleichen im Stande sein. Die Beleuchtungskegel von Linsencombinationen, wie sie etwa im Abbe'schen Beleuchtungsapparat gegeben sind, reichen allerdings nicht aus. Wohl aber wird jene Forderung erfüllt, wenn man, wie ich es schon in einer früheren Abhandlung erwähnt habe, als Objectträger dünne Milchglasplatten benutzt und diese von unten her intensiv beleuchtet.

Für Diatomeen sind bekanntlich grössere Brechungsunterschiede sehr erwünscht, und können dieselben daher ohne künstlichere Beleuchtungen benutzt werden.

Es lässt sich leicht verstehen, dass jene Hohlfläche vermieden werden könnte, wenn man an Stelle des Meniskus aus Crownglas eine flachere planconvexe Diamantlinse anbringen würde. Meine Absicht, solche Diamantlinsen zu verwerthen, scheiterte an dem Umstande, dass irgendwie stärkere Krümmungen sich dem Diamanten nicht beibringen lassen.

Es ist dieses um so mehr zu bedauern, als durch eine so stark brechende diamantne Frontlinse, deren plane Fläche man durch passende Dicke möglichst dem unbedeckten Object nähert, auch bei Anwendung geringer brechender Oele, wie des Anisöls u. s. w., wesentliche Vortheile geschaffen werden könnten. Statt 120 Grad für den Index 1·5 der Immersionsflüssigkeit, wie es der heutigen Oeffnungsgrösse unserer stärksten Objektive entspricht, brauchten wir etwa nur 60 Grad zu corrigiren. Da bei unseren heutigen Objectiven ein beträchtlicher Theil der Oeffnung durch Aberrationsreste für die histologische Arbeit verloren geht und höchstens für Diatomeen brauchbar ist, so wäre schon hierdurch viel gewonnen auch ohne grössere Indices des einschliessenden Mediums. Anisöl und Diamant würden ausserdem, trotz der leichteren Correction, noch grössere Oeffnungen erlauben.

Aus diesen Erörterungen ist ersichtlich, dass sowohl der Herstellung, wie auch der Anwendung jener Hohlobjective mancherlei Schwierigkeiten im Wege stehen. Doch sind dieselben keineswegs unüberwindlich, und genügt es für uns vorläufig darauf hingewiesen zu haben, dass die Grenzen der mikroskopischen Leistung noch nicht als abgeschlossen zu betrachten sind.

Zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelsäule, insbesondere des Atlas und Epistropheus und der Occipitalregion.

II. Beobachtung an Säugethierembryonen.

Von

Dr. August Froriep,
a. o. Professor und Prosector in Tübingen.

(Hierzu Taf. I—III.)

Die vorliegende Abhandlung bildet den II. Theil einer Studie über die Entwickelung der Wirbelsäule, deren I. Theil vor mehr als zwei Jahren erschienen ist.[1] Ueber einige der hier in ausführlicher Schilderung folgenden Befunde, namentlich über die Existenz und spätere Umbildung eines wohlindividualisirten Wirbels in der Occipitalregion von Säugethierembryonen, findet sich eine vorläufige Mittheilung bereits in der 1882 veröffentlichten Arbeit über den Hypoglossus (4. S. 294); aber auch die übrigen, dort nicht erwähnten Resultate dieses II. Theiles waren in allem Wesentlichen bereits festgestellt, ehe ich den I., die Beobachtung an Hühnerembryonen umfassenden Theil ausarbeitete. Dass ich so die älteren Beobachtungen zurücklegte und eine an jene erst angeknüpfte Untersuchung in der Publication als I. Theil vorausschickte, geschah, wie in der Vorbemerkung zu letzterem angegeben, lediglich deshalb, weil ich die Entwickelungsvorgänge bei Hühnerembryonen einfacher und leichter zu schildern fand als bei Säugethierembryonen. Ich würde aber nach dem Abschluss des I. Theiles im Frühjahr 1883 auch die Untersuchung an Säugern ungesäumt zu Ende geführt haben, wenn ich nicht gerade bei dieser Arbeit alsbald von meinem Gegenstande abgelenkt worden wäre durch die Entdeckung von typischen Sinnesorgananlagen an den Kiemenspalten, welche mein Interesse ganz in Anspruch nahm. Erst nachdem ich meine Erfahrungen über diesen Gegenstand im Frühjahr 1884 durch Abfassung des inzwischen erschienenen Aufsatzes (6.) vorläufig einmal niedergelegt hatte, konnte ich meine Wirbelarbeit wieder vornehmen und diesen II. Theil nun endlich für die Veröffentlichung fertig machen.

[1] *Dies Archiv.* 1883. S. 177.

Inzwischen sind bald nach dem Erscheinen des I. Theiles in einer Publication von C. Hasse (12. S. 17) Einwendungen gegen meine Resultate erhoben worden, die ich gleich hier kurz beantworten will. Es heisst dort, meine Beobachtung einer selbständigen Anlage des Wirbelkörpers gegenüber dem Bogen sei nicht beweiskräftig, erstens, weil meine „Untersuchungen namentlich an den eigenartigen vordersten Wirbeln angestellt" seien. Da unter diesen eigenartigen Wirbeln wohl nur die beiden Drehwirbel verstanden sein können, so ist dieser Vorwurf nicht begründet, da meine Darstellung der Wirbelentwickelung, wie sich in derselben wiederholt ausdrücklich erwähnt findet, für die gesammte Halswirbelsäule gültig ist. Uebrigens habe ich die Untersuchung nicht auf diese Region beschränkt, sondern, wo es sich um wesentliche Punkte handelte, regelmässig die Brustregion zu Rathe gezogen. Zur Publication habe ich Befunde aus der letzteren aber auch in den jetzt vorliegenden Theil nicht grundsätzlich, sondern nur gelegentlich mit aufgenommen, theils um die ohnehin weitläufige Darstellung nicht noch mehr zu compliciren, sodann aber auch, weil ich gerade auf Grund meiner Beobachtungen das Verhalten des Halswirbels bei der Beurtheilung der Wirbelentwickelung im Allgemeinen nach wie vor für hinreichend beweiskräftig halte.

Ebensowenig oder vielleicht noch weniger begründet ist der zweite Einwand Hasse's, welcher lautet: „man findet in späteren Entwickelungsstadien allerdings Bilder, welche für die angenommene Trennung sprechen, allein diese Erscheinungen sind, wie wir später sehen werden,[1] secundärer Natur." Da möchte ich denn doch fragen: was sind „spätere Entwickelungsstadien"? Kann man die Entstehung des Wirbelkörpers früher studiren als bei seiner allerersten, spurweisen Anlage, wie es durch mich geschehen? Und gerade bei dieser ersten Anlage und überhaupt nur in frühen Entwickelungsstadien ist, wie meine Untersuchung nachweist, die relative Selbständigkeit der beiden Elemente erkennbar, in späteren Stadien sind dieselben, ausser im ersten Halswirbel, überall verschmolzen und ihre Trennung ist gar nicht mehr möglich.

Mir ist übrigens nicht recht verständlich, warum Hasse einen so grossen Werth darauf legt, dass sich der Körper nicht von selbständiger Knorpelanlage aus bilde. Denn das in der angeführten Schrift von ihm aufgestellte Schema wird, wie mir scheint, von dem entgegengesetzten Befunde nicht berührt. Das Entscheidende in jenem Schema ist doch das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein einer Elastica externa. Wenn eine solche bei Embryonen aus einer Amniotenclasse gefunden worden wäre, dann würde das Hasse'sche System der Tectobranchier durchbrochen sein. Das ist aber

[1] Von der durch diese Worte in Aussicht gestellten weiteren Begründung ist meines Wissens bis jetzt nichts erschienen.

nicht der Fall. Im Gegentheil; meine Untersuchungen bestätigen gerade, dass Wirbelbogen und Wirbelkörper Differenzirungen innerhalb eines einheitlichen perichordalen Blastems sind. Sie bringen den Nachweis, dass der Bogen auch ontogenetisch das fundamentale Organ darstellt, da die primäre, häutige Wirbelsäule überhaupt nur Bogen besitzt; dass der Körper dagegen eine secundäre Bildung ist, da er, im Gegensatz zum Bogen, erst in der secundären, knorpeligen Wirbelsäule zur Existenz gelangt. Zeitlich und räumlich tritt der Körper in der Gefolgschaft des Bogens auf, da er nicht nur bedeutend später, sondern auch in bestimmter, abhängiger Lagebeziehung zu ihm entsteht. Man könnte daher wohl geneigt sein, ihn einfach als ein Product desselben zu bezeichnen, wenn meine Untersuchung nicht andererseits nachwiese, dass bei der Entstehung des hyalinen Knorpels sich doch eine relative Unabhängigkeit der beiden Elemente geltend macht. Diese vindicirt dem Körper, mag er auch nur ganz vorübergehend ein wirklich selbständiges Skeletglied darstellen, dennoch seine morphologische Selbständigkeit, und sie lehrt uns Einrichtungen, wie sie im ersten Halswirbel der Amnioten zu dauernder Entfaltung kommen, verstehen, die ohne ihre Erkenntniss ganz unverständlich blieben.

Bei der Abfassung dieses II. Theiles habe ich die gleiche Art der Darstellung beibehalten, welche ich für den I. Theil gewählt hatte. Ich verkenne nicht, dass dieselbe in ihrem Dualismus von Einzelbeschreibung und Gesammtbeschreibung etwas Schwerfälliges hat und zu mancherlei Wiederholung nöthigt, ich sehe aber nicht, wie dem abzuhelfen wäre. Denn dass die zur Publication ausgewählten Objecte eins nach dem andern sorgfältig beschrieben werden, bildet meiner Ansicht nach die Bedingung der Verwerthbarkeit einer Arbeit für nachfolgende Untersucher. Und dass andererseits eine zusammenhängende Darstellung im Interesse eines grösseren Leserkreises nicht fehlen darf, scheint selbstverständlich.

So werde ich denn in dem Folgenden wiederum zunächst die bei der Untersuchung einzelner, genau bezeichneter Embryonen gewonnenen Befunde einzeln schildern, sodann (S. 121) den Entwickelungsgang im Zusammenhang darstellen, und zum Schluss (S. 137) die im I. Theil der Arbeit veröffentlichten Befunde bei Hühnerembryonen mit den jetzt hinzugekommenen Resultaten der Untersuchung an Säugethierembryonen zusammenfassen.

Untersuchung.

Bezüglich der Methoden der Untersuchung verweise ich auf die in meiner Abhandlung über Sinnesorgane der Kiemenspalten (6. S. 8) gemachten Angaben. Die im Folgenden zur Besprechung gelangenden Embryonen

sind zum Theil dieselben, die mir auch bei jener Untersuchung gedient haben.

Die entscheidenden Resultate der Arbeit lieferte, wie bei früheren Aufgaben, auch diesmal die von His in die embryologische Forschung eingeführte Construction übersichtlicher Projectionsbilder aus den Einzelzeichnungen der Schnittserien. Ueber die Anwendung dieser fundamentalen Methode im Einzelnen habe ich bei früheren Gelegenheiten (5. S. 178 und 6. S. 8) Bemerkungen gemacht, die auch für einige der nachfolgend besprochenen Objecte in Betracht kommen. Bei den im Folgenden mitgetheilten Frontalprojectionen aus Sagittalschnitten, welche die Hals- und Hinterhauptsregion der Wirbelsäule umfassen, habe ich, um trotz der Nackenkrümmung richtige und untereinander vergleichbare Projectionen der einzelnen Wirbelanlagen zu erhalten, jede Anlage besonders je auf die für sie genau frontale Ebene projicirt, in der Weise, wie es weiter unten S. 94 genauer beschrieben. Dort findet sich auch angegeben, wie ich verfahre, wenn die Schnittebene im cranio-caudalen Sinne nicht genau sagittal war; durch eine geringfügige Modification der Methode kann man auch in diesen Fällen zuverlässige Projectionsbilder erhalten, und somit Ungenauigkeiten in der Praeparation durch die Construction corrigiren.

Die in dem vorliegenden II. Theile dieser Untersuchungen von mir gebrauchten Termini der embryotomischen Beschreibung sind durchaus dieselben, die ich im I. Theil angewendet und dort (5. S. 179 und 180) ausführlich definirt habe.

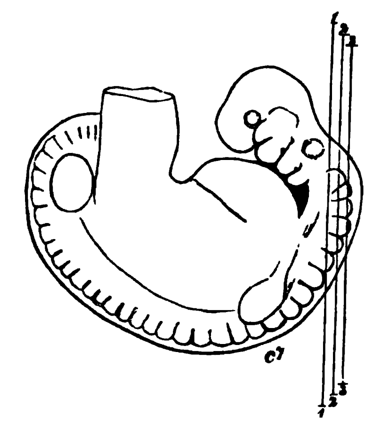
Rindsembryo I. Körperlänge 8·7 mm.

(Taf. I, Fig. I.)

Der Embryo ist derselbe, den ich bei meiner Untersuchung über Anlagen von Sinnesorganen an den Visceralbogennerven (6. S. 9) unter der Bezeichnung „Embryo I" verwerthet habe. Der grösste Durchmesser des embryonalen Körpers liegt zwischen Nacken- und Sacralhöcker und beträgt 8·7 mm. Der Embryo wurde in eine Schnittserie zerlegt, welche in der Nackengegend frontal, in der Gegend des dritten Brustwirbels transversal fällt. Die Schnittebene ist in dem nebenstehenden Holzschnitt durch die drei geraden Linien angegeben, welche die Lage der drei in Fig. I, 1—3 abgebildeten Schnitte bezeichnen. Der erste dieser Schnitte hat die Chorda dorsalis genau auf der Grenze von Occipital- und Halsregion rein longitudinal getroffen, so, dass das Medullarrohr zweimal im Schrägschnitt erscheint, im Bereich des Hinterhirns und in der Höhe des dritten Cervicalnerven. Der zweite der Schnitte liegt 0·25 mm dorsalwärts vom ersten, zeigt die ventrale Wandung des Medullarrohrs longitudinal geschnitten und

die Ganglien des zweiten und dritten Cervicalnerven berührt. Der dritte Schnitt liegt 0·24 mm dorsalwärts vom zweiten und 0·36 mm ventralwärts von der dorsalen Oberfläche des Embryos; er enthält das Medullarrohr in reinem Frontalschnitt, sowie die Ganglien des ersten Cervicalnerven und des Hypoglossus.

Der Entwickelungszustand des Axenskelets ist der primitive, den man mit Kölliker als „häutige Wirbelsäule" bezeichnen kann. Von Knorpelgewebe ist noch keine Spur vorhanden, gleichwohl aber ist das Skelet bereits gegliedert durch das Vorhandensein wohlentwickelter primitiver Wirbelbogen.



Rindsembryo I.
Vergrösserung 5 fach. c^7 Gegend des siebenten Halswirbels. Die drei geraden Linien bezeichnen die Lage der Schnitte Figg. I, 1—3.

Die Chorda dorsalis zeigt keine regelmässigen Einschnürungen, ihr Durchmesser beträgt

sagittal 0·03 bis 0·04 mm,
transversal 0·04 bis 0·05 mm,

ihr Querschnitt ist demnach queroval, in sagittaler Richtung ein wenig abgeplattet. Die Chordascheide ist äusserst dünn (0·5 μ) und entzieht sich stellenweise der Beobachtung ganz; die Begrenzung ist hier durch die Contour der Zellen selbst gegeben. Diese sind im longitudinalen Durchmesser abgeplattet, die Zellenleiber sind wohlerhalten, die rundlichen Kerne unterscheiden sich von den Kernen des umgebenden Mesoblastgewebes durch schwächere Tinction und durch Mangel oder Undeutlichkeit der Kernkörperchen.

Das die Chorda überall umgebende Bindegewebe ist, wie die Bindesubstanz des vorliegenden Embryos überhaupt, noch ein fast reines Zellengewebe, Bindegewebsfibrillen sind in demselben nur spärlich nachzuweisen. Lateralwärts ist es begrenzt durch die Reihe der Muskelplatten: dorsalwärts legt es sich an das Medullarrohr an, hüllt die Spinalnerven und -ganglien ein und geht zwischen den letzteren ohne Grenze in das subcutane Gewebe der Rückenfläche über; ventralwärts setzt es sich in gleicher Weise in das die Aorten umgebende Bindegewebe fort. In regelmässiger Folge wechselt innerhalb dieser perichordalen Substanz die histologische Anordnung. Das Material bilden überall Mesoblastzellen mit voluminösem Kern, dieselben sind aber bald zusammengedrängt, so dicht, dass sich die Kerne zu berühren scheinen und kaum Platz lassen für dürftige Zellenleiber, bald sind sie weitläufig angeordnet, so dass zwischen den durch

Protoplasmaausläufer communicirenden Zellenleibern Lücken übrig bleiben. In gleicher Höhe mit dem caudalen Theil eines Muskelplattenpaares findet sich eine im Allgemeinen transversal stehende Platte des ersteren, dichten Gewebes; die Zwischenräume zwischen diesen Platten sind von dem weitläufigeren Gewebe ausgefüllt. Da die dichteren Platten einerseits an der Chordascheide haften, andererseits mit ihren lateralen Rändern das caudale Ende der nebenliegenden Muskelplatten berühren, bez. zwischen je zwei sich folgende Muskelplatten eingreifen, so sind sie ohne Zweifel als die primitiven Wirbelbogen anzusprechen. Dass die Chordascheide, wie erwähnt, sehr zart und die axiale Stützung der Bogen infolgedessen zweifelhaft ist, wird vielleicht dadurch ausgeglichen, dass der Chordascheide unmittelbar anliegend, eine etwa 0·02^{mm} mächtige Schicht des dichteren Gewebes von Bogen zu Bogen zieht.

Die Abgrenzung der Bogenplatten ist bestimmt gegeben, besonders an der cranialen Fläche, welche sich im Frontalschnitt fast als gerade Linie darstellt, von der Chordascheide aus, mit geringer caudalwärts gerichteter Neigung, lateralwärts gezogen (Fig. I, 1). Am schärfsten ist die Grenze da, wo der Wirbelbogen der Muskelplatte anliegt, weil einerseits das Gewebe des Bogens hier am dichtesten ist, andererseits die aufgeblähte durchsichtige Substanz der Muskelplatte den Contrast verstärkt. Im lateralen, der Muskelplatte anliegenden Theil ist der Wirbelbogen stärker caudalwärts geneigt, als im medialen, zwischen Muskelplatte und Chorda ausgespannten Abschnitt. Er stellt also im Ganzen eine gekrümmte Platte dar; der laterale Rand derselben liegt zwischen je zwei Muskelplatten, der mediale Theil ist an der Chordascheide befestigt in gleicher transversaler Ebene mit der Mitte der cranialwärts vorausgehenden Muskelplatte. Verbindet man im Frontalschnitt (Fig. I, 1) den medialen und den lateralen Rand durch eine gerade Linie, so schliesst diese mit der Medianebene des embryonalen Körpers einen Winkel von ungefähr 60° ein. Die Mächtigkeit der Bogenplatte im longitudinalen Durchmesser beträgt ungefähr 0·1^{mm}, die Höhe des Zwischenraumes zwischen zwei Bogen ungefähr 0·3^{mm}.

Die Spinalnerven haben ihre Lage in diesem Zwischenraum, jedoch so, dass sie dem cranialwärts vorausgehenden Bogen anliegen und von dem Gewebe desselben theilweise umfasst werden; und zwar ist es der laterale Theil der Bogenplatte und die caudalwärts sich anschliessende Muskelplatte, welchen der Nerv entlang läuft. Das Spinalganglion liegt noch dorsalwärts vom Bereich des Wirbelbogens, welcher vorläufig die Function eines Schutzapparates für das spinale Nervensystem noch nicht übernommen hat, sich vielmehr ausschliesslich als Stützorgan für die Myomeren darstellt.

Das Material dieser letzteren ist bereits nahezu vollständig in longitudinalgerichtete Spindelzellen umgewandelt, nur am dorsalen Rande besteht

stückweise noch die frühere epithelartige Anordnung cubischer Zellen. Die Muskelplatte als Ganzes bildet einen sagittal stehenden, etwa 0·7 mm langen und 0·5 mm breiten Wulst, der am cranialen und caudalen Rande zugeschärft, also auf dem Longitudinalschnitte spindelförmig erscheint. Die zugeschärften Ränder stehen mit dem Gewebe der Wirbelbogen in Verbindung und durch diese werden die sich folgenden Muskelplatten abgegrenzt und aneinander befestigt.

Neben dem Spinalnerven verlaufen die interprotovertebralen Gefässe, Arterie und Vene, ebenfalls von dem Gewebe des cranialwärts vorausgehenden Wirbelbogens theilweise umfasst. Die Aa. interprotovertebrales kommen direct aus der Aorta, bez. aus den Aorten, da die Vereinigung dieser letzteren zu einem unpaaren Stamm in dem vorliegenden Embryo erst auf der Grenze der Hals- und Brustregion, in der Höhe des achten Cervicalnerven erfolgt. Die Venen münden in die V. jugularis ein.

Kurz recapitulirt lässt sich der Entwickelungszustand des Axenskelets mit folgenden Worten charakterisiren. Die Chorda dorsalis bildet die Grundlage; ihre Scheide (Elastica interna) ist zwar sehr dünn, sie wird aber verstärkt durch einen Ueberzug dichteren Mesoblastgewebes. An der Chordascheide sind in regelmässiger Folge, je in gleicher Höhe mit der Mitte der aussenliegenden Muskelplatten, primitive Wirbelbogen befestigt, welche, nach aussen zu caudalwärts gekrümmt, mit ihrem lateralen Rand je in ein Muskelinterstitium zu liegen kommen, und den beiden hier zusammenstossenden Muskelplatten zur Stütze dienen. Der dem proximalen (d. h. perichordalen) Theil des primitiven Wirbelbogens caudalwärts anliegende Bezirk, in welchem sich späterhin der Wirbelkörper entwickelt, wird in dem vorliegenden Embryo noch gleichmässig von embryonalem Bindegewebe ausgefüllt.

Diese Schilderung gilt für die gesammte Halswirbelsäule, für die beiden ersten Wirbel ebenso gut wie für die übrigen. Was dagegen die Occipitalregion betrifft, so stimmt nur der caudalwärts gelegene Abschnitt derselben in seiner Anlage mit dem beschriebenen Verhalten der Halswirbelanlage vollständig überein.

Fig. I, 1 zeigt die beiden benachbarten Wirbelanlagen nebeneinander in reinem Frontalschnitt, die erste Hals- und die caudale Occipital-Wirbelanlage, und demonstrirt die Uebereinstimmung beider ohne Weiteres. Der primitive Wirbelbogen in seiner Beziehung einerseits zur Chordascheide, andererseits zu den aussenliegenden Muskelplatten, die Lage des Spinalnerven und der interprotovertebralen Gefässe an der caudalen Fläche des Wirbelbogens, — in all diesen Punkten sind nennenswerthe Verschiedenheiten nicht nachzuweisen.

Cranialwärts von diesem occipitalen Wirbelbogen sind nun noch drei Muskelplatten vorhanden, welche zwar in ihren Dimensionen hinter

den Muskelplatten der Halsregion ein wenig zurückstehen, in Gestalt und Struktur aber im Allgemeinen mit denselben übereinstimmen. Die Verschiedenheit dieser Gegend gegenüber dem caudalen Abschnitt beruht nur auf der Abwesenheit primitiver Wirbelbogen zwischen jenen drei Muskelplatten. Zwar zeigt sich der medialen Fläche derselben anliegend, und desgleichen auch in der Umgebung der Chorda, das Bindegewebe ein wenig verdichtet, dazwischen aber ist die Gleichmässigkeit des Gewebes durch nichts unterbrochen und die Bestandtheile der drei zu jenen Muskelplatten gehörigen Spinalnerven schliessen sich zu einer continuirlichen Reihe von Wurzelfäden aneinander.

Wie die Muskelplatten, so nehmen auch diese drei occipitalen Spinalnerven, welche sich späterhin zur Bildung des N. hypoglossus vereinigen, cranialwärts an Stärke ab. Der caudalwärts letzte Nerv, der dicht vor dem occipitalen Wirbelbogen in gleicher Höhe mit der dritten Muskelplatte gelegen ist, besitzt noch eine dorsale Wurzel mit wohlentwickeltem Ganglion, die beiden cranialen Nerven setzen sich nur aus ventralen Wurzelfäden zusammen. In der Höhe des mittleren Nerven findet sich zwar noch das Rudiment eines Ganglions in Gestalt einer unregelmässig kugligen Masse, deren Zellenmaterial mit der Substanz der Spinalganglien durchaus übereinstimmt, dasselbe steht aber mit dem Nerven, zu dem es gehört, in keinem nachweisbaren Zusammenhang. Der cranialwärts vorderste der drei Nerven ist auch dieses Rudimentes verlustig und scheint überhaupt nur durch dünne ventrale Wurzelfäden repraesentirt.

Interprotovertebrale Gefässe, wie sie in der Halsregion in regelmässiger Folge sich finden, sind in der Occipitalgegend nicht vorhanden. Die cranialwärts letzte derartige Arterie ist die neben dem ersten Cervicalspinalnerven gelegene, welche späterhin als Stück der A. vertebralis persistirt.

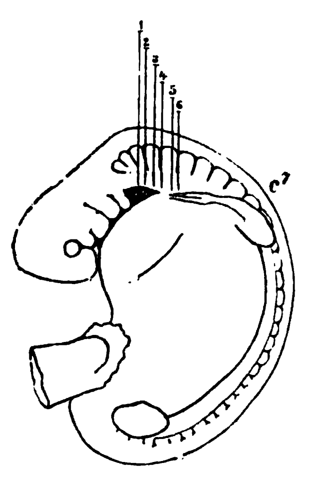
Das gesammte Gebiet der occipitalen Muskelplatten wird umkreist von den bereits wohlentwickelten Fasern des Accessorius, welchen sich vom Nachhirn her die Fasern des Vagus zugesellen. Die erste Muskelplatte scheint durch diese Nachbarschaft beeinträchtigt, in ihrem dorsalen und ventralen Theil ist sie merklich reducirt und hat dadurch eine konisch verjüngte Gestalt erhalten, deren Contour dem bogenförmigen Verlauf des Accessorius folgt.

Rindsembryo II. Körperlänge 8.8^{mm}.

(Taf. I, Fig. II.)

Es ist der in meiner Abhandlung über die Kiemenspaltenorgane (6. S. 9) unter der Bezeichnung „Embryo II“ aufgeführte Embryo. Derselbe stimmt hinsichtlich seines Entwickelungszustandes in allem Wesentlichen mit dem

Embryo I überein. Der grösste Durchmesser liegt wie bei jenem zwischen Nacken- und Sacralhöcker und beträgt 8.8 mm. Die Ebene, in welcher der Embryo zerlegt wurde, ist für die Nackengegend rein transversal. Ich gebe im „Holzschnitt zu Fig. II“ (s. folg. S.) einen idealen Frontalschnitt dieser Gegend, der durch Construction aus der transversalen Schnittserie gewonnen wurde; sechs Schnitte aus dieser Serie bilde ich unter Fig. II, 1 bis 6 einzeln ab, die Lage derselben ist sowohl in dem Holzschnitt zu Fig. II angegeben, als auch in die Profilansicht des unzerlegten Embryo durch die Linien 1 bis 6 genau eingetragen. Aus beiden Holzschnitten ist ohne Weiteres ersichtlich, dass die in Einzelabbildung gegebenen Schnitte abwechselnd je die Mitte eines Urwirbels und ein Urwirbelinterstitium treffen, in der Weise, dass die Figg. 1, 3, 5 Querschnitte in der Gegend von Urwirbeln, Figg. 2, 4, 6 Querschnitte durch die jenen Urwirbeln caudalwärts folgenden Interstitien darstellen.

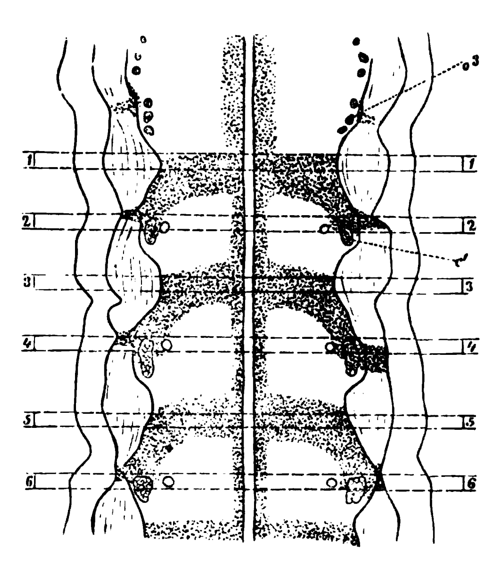


Rindsembryo II.
Vergrösserung 5 fach. c^7 Gegend des siebenten Halswirbels. Die sechs senkrechten Linien bezeichnen die Lage der Schnitte Figg. II, 1—6.

Eine Vergleichung des Holzschnittes zu Fig. II mit dem Frontalschnitt Fig. I, 1 zeigt die Uebereinstimmung in dem Entwickelungszustand des Axenskelets bei den Embroynen I und II, welche eine eingehende Beschreibung des Embryos II entbehrlich macht. Alles was über Embryo I gesagt worden ist, gilt, wenn man die Maassangaben ausser Betracht setzt, auch für Embryo II. Der Umstand, dass die Schnittebene des letzteren diejenige des Emb. I unter rechtem Winkel schneidet, gewährt eine für das Verständniss und die topographische Orientirung werthvolle, wechselseitige Controle der beiden Schnittserien.

Fig. II, 1 stellt den Querschnitt durch die Mitte des dritten occipitalen Urwirbels, oder richtiger der dritten occipitalen Muskelplatte dar. Entsprechend der spindelförmigen Begrenzung, welche die Muskelplatten im Frontalschnitt zeigen (vgl. Fig. I, 1), bieten sie auf diesem transversalen Schnitte ihre bedeutendste Mächtigkeit dar, und es zeigt sich, dass jene spindelförmige Anschwellung sich am stärksten in derjenigen frontalen Ebene geltend macht, welche auch die Chorda dorsalis enthält. Diese Ebene entspricht aber nicht der Mitte des sagittalen Durchmessers der Muskelplatte, sondern begrenzt ungefähr das ventrale Viertel desselben, die Muskelplatte dehnt sich demnach dorsalwärts viel weiter aus, als ventralwärts, ist aber dort schmächtiger als hier. Am dorsalen Rande ist die

ursprüngliche Wandung des Urwirbels mit ihrer epithelartig regelmässigen Zellenanordnung wohl erhalten, auf der lateralen Fläche der Muskelplatte weiter herabreichend als auf der medialen. Die mediale Fläche steht in ihrer ganzen Ausdehnung mit dem dichten, stark carminisirten Gewebe des primitiven Wirbelbogens in Contact. Wie der Holzschnitt zeigt, ist es die cranialwärts gekehrte Grenze des Wirbelbogens, welche gerade noch in den Schnitt gefallen ist; der cranialwärts vorausgehende Schnitt enthält



Holzschnitt zu Fig. II.

Frontalprojection aus der transversalen Schnittserie construirt. Vergrösserung 40 fach. Die bezeichneten sechs Schnitte sind auf Taf. I abgebildet. — o^3 Caudale Wurzelgruppe des Hypoglossus. — c^1 Erster Cervicalspinalnerv.

nichts davon, die caudalwärts folgenden dagegen zeigen, dass der Wirbelbogen, wie es oben von Embryo I bereits geschildert wurde, in seinem mittleren Theil eine querstehende Platte darstellt, seitlich dagegen, von da ab, wo er an die Muskelplatte herantritt, caudalwärts umbiegt und, neben dem caudalen Theile der Muskelplatte schräg caudal-lateralwärts hinausgreifend, zum intermusculären Septum wird.

In der Höhe dieses Septums, doch bereits die nächstfolgende Muskelplatte streifend, liegt der in Fig. II, 2 abgebildete Schnitt. Hier ist die Chorda dorsalis nur von einer schmalen Zone dichteren Gewebes umgeben, weiterhin ist der ganze Raum zwischen ihr und den intermusculären Septen beiderseits von indifferentem Mesoblastgewebe ausgefüllt. In gleicher Höhe liegen die interprotovertebralen Gefässe und der cranialwärts schauende

Rand des an dieser Stelle austretenden Spinalnerven. Für die richtige Auffassung der Gefässe ist die transversale Schnittebene am förderlichsten. Der Ursprung der beiden Arteriae interprotovertebrales aus den hier noch paarigen Aorten, der zuerst dorsolateral, dann dorsal gerichtete Verlauf der Arterie, ihre Beziehung zu Nerv und primitivem Wirbelbogen und ihr endliches Uebergehen in ein das Medullarrohr umspinnendes Gefässnetz, dies Alles ist hier in ein und demselben Schnitt zu übersehen. Lateralwärts neben einer jeden Arterie, dem cranialen Rande des Spinalnerven unmittelbar benachbart, findet sich die entsprechende V. interprotovertebralis, welche sich ventralwärts in die Jugularvene ergiesst.

Mit dem Querschnitt II, 1 stimmen die Schnitte II, 3 und II, 5 in allem Wesentlichen überein, ebenso mit dem Querschnitt II, 2 die Schnitte II, 4 und II, 6. Das heisst also mit anderen Worten: wie bei Embryo I, so besteht auch bei Embryo II eine fast vollkommene Uebereinstimmung der Anlage des Occipitalwirbels, des ersten Halswirbels und des zweiten Halswirbels; und diese Uebereinstimmung erstreckt sich, wie die Untersuchung der ganzen Serie ergiebt, weiter über sämmtliche Wirbelanlagen nicht nur der Halsregion, sondern der Wirbelsäule überhaupt. Als das Wesentliche tritt überall der primitive Wirbelbogen hervor. Von seiner axialen Stütze, der Chorda dorsalis aus, greift derselbe mit seinen seitlichen Stücken schräg caudal-lateralwärts zwischen je zwei Muskelplatten ein und stellt so ein metameres Glied des primitiven Rumpfskelets dar. In Folge der Schrägstellung seiner seitlichen Stücke grenzt er in dem caudalwärts benachbarten Zwischenraum das perichordale Gebiet auch seitlich ab und trennt es von den aussenliegenden Muskelplatten. Die interprotovertebralen Gefässe und die Spinalnerven, welche jenen seitlichen Stücken an- und eingelagert verlaufen, ergänzen diese seitliche Begrenzung, und indem der nächstfolgende Wirbelbogen mit seiner mittleren Platte den caudalen Abschluss bildet, ist caudalwärts von einem jeden primitiven Wirbelbogen der perichordale Bezirk umschrieben, in welchem später der zugehörige Wirbelkörper entsteht.

Rindsembryo III. Körperlänge 10·2 mm.

(Taf. I, Fig. III.)

Der grösste Durchmesser des embryonalen Körpers liegt zwischen Nacken- und Sacralhöcker und beträgt 10.2 mm. In der äusseren Gestaltung zeigte der Embryo unbedeutende Fortschritte gegenüber den Embryonen I und II; die Extremitätenhöcker, besonders die vorderen, traten freier heraus, waren aber noch nicht winkelig gebogen, der Schwanztheil war ebenfalls freier entwickelt und durch Ausgleich der spiraligen Drehung des

caudalen Körperabschnittes, welche bei den jüngeren Embryonen noch bestanden hatte, in eine Ebene mit der Medianen des Kopfes gerückt. Es war in Folge dessen leicht, eine rein sagittale Schnittserie herzustellen. Ich bilde aus derselben unter Figg. III, 1 bis 3 drei Schnitte ab, deren Lage im embryonalen Körper durch Vergleichung mit den Figg. I und II leicht eruirt werden kann. Denn der Entwickelungszustand des Axenskelets ist im Allgemeinen noch derselbe wie bei jenen zwei jüngeren Embryonen, und die Zusammenstellung der drei, in den rechtwinkelig zu einander stehenden Hauptebenen des Körpers geführten Schnittserien auf Taf. I gewährt vollkommene Sicherheit der topographischen Orientirung. Fig. III, 1 ist der Medianschnitt, Fig. III, 2 liegt in der sagittalen Ebene der Spinalganglien, ungefähr 0·25 ^{mm} links von der Medianebene, Fig. III, 3 trifft die Muskelplatten und liegt ungefähr 0·4 ^{mm} von der Medianebene entfernt.

Der Entwickelungszustand des Axenskelets charakterisirt sich als der primitive vor Allem durch die Abwesenheit von hyalinem Knorpelgewebe. Die Chorda dorsalis bildet noch immer die eigentliche axiale Grundlage. Ihre Beschaffenheit ist im Wesentlichen die gleiche wie bei den oben beschriebenen Embryonen, nur dass die Chordascheide etwas stärker ist (2 $^{\mu}$) und dass sich der in ihr eingeschlossene Zellenstrang streckenweise von ihr getrennt hat, einen engen Spaltraum zwischen beiden lassend. In ihrem Verlaufe beschreibt die Chorda sagittal schwach wellenförmige Krümmungen, in der Weise, dass in der Höhe ihrer Verbindung mit den primitiven Wirbelbogen dorsalwärts convexe, in den Zwischenräumen ventralwärts convexe Biegungen sich vorfinden. Der sagittale Durchmesser der Chorda schwankt zwischen 0·03 und 0·05 ^{mm}, die eingeengten Stellen von 0·03 ^{mm} Durchmesser liegen regelmässig in der Höhe der cranialen Grenze der primitiven Wirbelbogen. Die Verbindung dieser letzteren mit der Chordascheide ist eine innige, doch bleibt die Contour der Scheide gleichwohl deutlich. Das Bogengewebe ist noch dichter als bei den jüngeren Embryonen, die Zellen derart zusammengedrängt, dass sich die Kerne scheinbar berühren und man nur Haufen von Kernen vor sich zu haben glaubt. In der unmittelbaren Umgebung der Chordascheide macht sich eine, der Oberfläche der Scheide parallele Längsfassung bemerklich, hervorgebracht theils durch länglich ovale Gestalt der hierliegenden Kerne, theils aber auch durch Bindegewebsfibrillen, welche zwischen den im Allgemeinen spindelförmigen Zellen längsverlaufen. Die Faserung ist am ausgesprochensten an den Stellen, wo die Chorda eingeengt erscheint, also im cranialen Grenzgebiet des Wirbelbogens, doch finden sich Andeutungen überall, nicht nur innerhalb der Wirbelbogen, sondern auch in den Zwischenräumen zwischen letzteren, in den Bezirken also, die später von den Wirbelkörpern occupirt werden. Bei den jüngeren Embryonen bereits war auch in diesen

Zwischenräumen die Chordascheide von einem dichteren Gewebe umgeben (Fig. I, 1 und Fig. II, 2. 4. 6), welches von Wirbelbogen zu Wirbelbogen ziehend eine continuirliche Einhüllung der Chorda herstellt. Bei Embryo III zeigt sich diese Einhüllung mächtiger geworden (ihr Durchmesser beträgt an der ventralen Fläche der Chorda 0·07 ^{mm}, an der dorsalen 0·05 ^{mm}) und kann im Zusammenhang mit den Wirbelbogen als primitives Axenskelet bezeichnet werden. Der Medianschnitt, für sich allein betrachtet, kann die Vorstellung erwecken, als ob in diesem Axenskelet Wirbelkörper angelegt seien in Gestalt der in regelmässigen Abständen sich folgenden, dichteren Stellen. Die Verfolgung dieser Stellen in den lateralwärts aneinander schliessenden Schnitten ergiebt sofort die Unrichtigkeit dieser Vorstellung. Jene Verdichtungen des perichordalen Gewebes setzen sich beiderseits fort als eine im Allgemeinen transversal stehende Platte, welche in geringer caudaler Neigung bis an die aussenliegende Muskelplatte reicht, hier entschiedener caudalwärts umbiegt und in schräg caudal-lateraler Richtung an dem caudalen Ende der betreffenden Muskelplatte in das Muskelinterstitium eingreift. Das Gebilde ist demnach nichts anderes als der aus der Untersuchung der Embryonen I und II bekannte primitive Wirbelbogen. Die sagittale Schnittrichtung des Embryo III ergänzt die dort bereits gewonnene Vorstellung in einigen Punkten. Der Medianschnitt (Fig. III, 1) zeigt die Ausdehnung des perichordalen Theiles im longitudinalen und sagittalen Durchmesser und lässt erkennen, dass die Hauptmasse desselben an der ventralen Seite der Chorda gelegen ist, wie dies schon aus den transversalen Schnitten des Embryo II hervorging. In der Anlage des dritten Halswirbels misst der perichordale Theil des primitiven Bogens

	Longitudinal.	Sagittal.
an der ventralen Seite der Chorda	0·16 ^{mm}	0·18 ^{mm}
an der dorsalen Seite der Chorda	0·10 „	0·08 „

Noch mehr aber als durch die Ausdehnung übertrifft der ventrale Theil den dorsalen durch die Dichtigkeit des Gewebes. Der dorsale Theil ist nur wenig dichter als das die Chordascheide allenthalben umhüllende Gewebe, im ventralen Theile dagegen sind die Zellkerne so eng zusammengedrängt und in den carminisirten Praeparaten ist der Farbstoff dadurch derart angehäuft, dass sich dieser Theil als ein distinktes Geblide hervorhebt. Bemerkenswerth ist dabei, dass dieser dichteste Theil nicht in unmittelbarer Berührung mit der Chordascheide steht, sondern durch die oben erwähnte Zone von derselben getrennt wird; wie erwähnt, sind die Längsfasern gerade hier am deutlichsten entwickelt und bilden in gleicher Höhe mit der cranialen Grenze jenes dichtesten Theiles und in gleicher Höhe auch mit der eingeengten Stelle der Chorda dorsalis einen Faserring um

die letztere. Es ist damit bereits eine Andeutung der späteren Differenzirung gegeben. Denn aus dem perichordalen Faserring sieht man be älteren Embryonen das Lig. intervertebrale hervorgehen, und der dem Faserring ventral-caudalwärts benachbarte, dichteste Gewebsbezirk ist die Anlage der bei Hühnerembryonen von mir (5. S. 189) beschriebenen hypochordalen Spange, welche bei Säugethierembryonen eine noch rascher vorübergehende Existenz als bei jenen besitzt und nur im ersten Halswirbel zu definitiver Verwerthung gelangt. Diese Spange ist aber in den Wirbelanlagen des Embryo III noch keineswegs ein selbständiges Gebilde, vielmehr ein integrirender Bestandtheil des primitiven Wirbelbogens. Sie stellt sich eigentlich nur auf dem Medianschnitt als etwas Besonderes dar, lateralwärts geht sie continuirlich in die symmetrischen Bogenhälften über, an welchen topographisch zwei Theile unterschieden werden können. Der mediale Theil geht von der perichordalen Zone aus als transversale Platte bis an die mediale Fläche der aussenliegenden Muskelplatte; er könnte als interneuraler Theil bezeichnet werden, da er als Scheidewand zwischen je zwei sich folgenden Spinalnerven liegt. Der laterale Theil steht zum medialen in einen Winkel geknickt; da er caudal-lateralwärts als Stütze zwischen je zwei sich folgende Muskelplatten eingreift, so könnte er als intermusculärer Theil unterschieden werden. Die Gestalt und Lage dieser Theile in sagittalen Schnitten zeigen die Figg. III, 2 und III, 3. Der in Fig. III, 2 abgebildete Schnitt hat den Wirbelbogen in der Gegend getroffen, wo der mediale Theil in den lateralen umbiegt; die hier bemerkliche Sonderung in ein dorsales und ein ventrales Stück, welche durch eine dünnere Brücke in Verbindung stehen, ist durch die benachbarte Muskelplatte bedingt, welche sich in dieser Gegend medialwärts stark hineinbuchtet. Ein Blick auf den Querschnitt Fig. II, 5 macht das sofort verständlich. Die Sonderung wird später dadurch markirt, dass sich ungefähr in derselben Gegend eine longitudinale Anastomose zwischen den Interprotovertebralarterien entwickelt, die Anlage der A. vertebralis; das dorsale Stück ist als Vorläufer des Neuralbogens, das ventrale als Andeutung der Rippe anzusprechen. Fig. III, 3 stellt den Sagittalschnitt durch die Reihe der Muskelplatten und die intermusculären Bogentheile dar. Ueber den Grad der caudalen Abbiegung der letzteren von der Ebene der Fig. III, 2 bis zu derjenigen von Fig. III, 3, kann man sich durch Aufeinanderlegen von Pausen der beiden Abbildungen eine Anschauung verschaffen; in jeder Figur findet sich zu diesem Zwecke links unten ein Kreuz als Orientirungszeichen für die richtige Eindeckung. Bei einfacher Vergleichung der beiden Bilder gewährt die Lage des Wirbelbogens zum Spinalnerven einen Anhaltspunkt. Während in Fig. III, 2 diese Gebilde regelmässig alterniren, indem jeder Spinalnerv in der Mitte zwischen zwei Wirbelbogen und jeder Wirbel-

bogen in der Mitte zwischen zwei Spinalnerven liegt, findet sich in Fig. III, 3 jeder Spinalnerv ungefähr in gleicher Höhe mit dem cranialwärts benachbarten Wirbelbogen, in das Gewebe desselben theilweise eingeschlossen. Und diese Lageveränderung ist lediglich durch die Schrägstellung des Wirbelbogens herbeigeführt, da der Spinalnerv ebenfalls schwach caudalwärts geneigt verläuft.

Eine Vergleichung der Fig. III, 3 mit dem Medianschnitt Fig. III, 1 bestätigt, was die Untersuchung der jüngeren Embryonen bereits ergeben hatte, dass die Mitte einer jeden Muskelplatte sich in gleicher Höhe mit dem perichordalen Theile eines primitiven Wirbelbogens befindet, der intermusculäre Theil desselben Bogens dagegen im Niveau der Mitte des Zwischenraums zwischen zwei perichordalen Bogentheilen liegt. Die letztere transversale Ebene enthält auch den Spinalnerven und die Art. interprotovertebralis; diese Gebilde umfassen demnach beiderseits den Raum in der Umgebung der Chorda, welcher später vom Wirbelkörper eingenommen wird und deshalb vorläufig als Körperbezirk bezeichnet werden kann. Derselbe wird cranialwärts durch den perichordalen Theil desjenigen primitiven Wirbelbogens begrenzt, an welchem der betreffende Körper entsteht; caudalwärts liegt der Faserring und der primitive Wirbelbogen des nächstfolgenden Wirbels, dorsalwärts das Medullarrohr, ventralwärts die beiden Aorten, bez., von der siebenten Halswirbelanlage caudalwärts, die durch Vereinigung aus jenen entstandene unpaare Aorta. Einstweilen ist von einer Anlage des Körpers noch keine Spur nachzuweisen, der Körperbezirk wird von indifferentem Bindegewebe ausgefüllt, welches nur in der Umgebung der Chordascheide in der oben angegebenen Weise verdichtet, eine von Wirbelbogen zu Wirbelbogen ziehende Einhüllung derselben herstellt.

Die bisherige Schilderung bezog sich auf den Entwickelungszustand der Wirbelsäule im Allgemeinen und knüpfte speciell an das Verhalten der Anlage des dritten Halswirbels an. Ein Blick auf die Abbildungen zeigt, dass die Anlagen der beiden ersten Halswirbel und die diesen benachbarte Wirbelanlage der Occipitalregion mit dem Verhalten der übrigen Anlagen in allem Wesentlichen übereinstimmen. Der primitive Wirbelbogen der zweiten Halswirbelanlage zeigt nicht einmal untergeordnete Verschiedenheiten, sondern gleicht den caudalwärts folgenden Anlagen sogar in den Maassen genau. Der Wirbelbogen der ersten Anlage ist in seinem interneuralen Theile longitudinal mehr abgeplattet, greift dagegen dorsal etwas weiter hinauf als der der zweiten. Der Wirbelbogen der Occipitalregion gleicht im Allgemeinen demjenigen der ersten Halswirbelanlage, ist nur ausgezeichnet durch eine eigenthümlich scharfe und geradlinige Begrenzung sowohl cranialwärts wie ventralwärts. Im Uebrigen verhält er sich genau so wie alle anderen Wirbelbogen; sein interneuraler Theil trennt

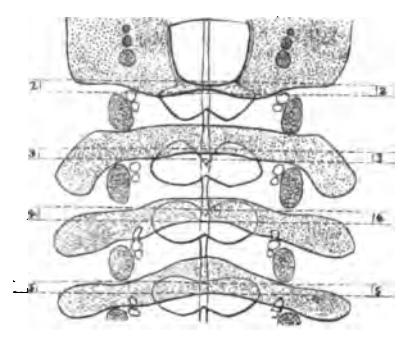
den Hypoglossus vom ersten Cervical-Spinalnerven, sein intermusculärer Theil greift zwischen das dritte und vierte Glied der Urwirbelreihe ein.

Cranialwärts von dem occipitalen Wirbelbogen sind demnach noch drei Muskelplatten vorhanden, deren Grösse von einer zur anderen cranialwärts abnimmt. Zu diesen occipitalen Muskelplatten gehörige Wirbelbogen dagegen sind nicht nachzuweisen. Das als Material des Axenskelets anzusprechende, dichtere Gewebe in der Umgebung der Chorda dorsalis ist ohne Andeutung einer Gliederung. In der Medianebene (Fig. III, 1) ist es am dichtesten, jedoch nicht in unmittelbarer Nähe der Chorda, sondern ventralwärts von ihr in einer Linie, welche am hypochordalen Theil des occipitalen Wirbelbogens 0.12 mm unterhalb der Chordascheide beginnend sich cranialwärts der letzteren mehr und mehr nähert und dieselbe 0·75 mm weiter vorne erreicht. Nach den Seiten zu wird dieses Gewebe allmählich weniger dicht, bleibt aber doch ventralwärts scharf und auch dorsalwärts deutlich begrenzt; es schliesst die drei (vielleicht sogar vier) Spinalnerven ein, welche ventralwärts zusammentretend den Hypoglossus bilden, und tritt continuirlich an die aussenliegenden Muskelplatten und zwischen dieselben in die zwei vorhandenen Muskelinterstitien ein. Nur hier im lateralen Gebiet ist daher die metamere Gliederung auch im Bindegewebe angedeutet eben durch das Vorhandensein der Muskelglieder; nicht nur zwischen diesen, sondern auch am cranialen Rande der vordersten Muskelplatte ist das Gewebe deutlicher verdichtet zu Andeutungen von intermusculären Bogentheilen. Das sind Spuren von drei primitiven Wirbelbogen, welche nicht zu completer Anlage gelangt sind. Das Occipitalskelet des Embryo III enthält demnach vier Wirbel; von diesen ist jedoch nur ein einziger, der caudalwärts letzte, deutlich gesondert und stellt einen primitiven Wirbelbogen dar, welcher sich in nichts Wesentlichem von den anderen primitiven Wirbelbogen desselben Embryos unterscheidet. Wie bei diesen, so findet sich auch am occipitalen Wirbelbogen jederseits eine Interprotovertebralarterie und ein Spinalnerv, welche der caudalen Fläche des Bogens entlang verlaufen und vom Gewebe desselben theilweise umgeben sind; der Nerv ist der erste Cervical-Spinalnerv, die Arterie trägt später zur Bildung der A. vertebralis bei. An den occipitalen Wirbelbogen schliesst sich cranialwärts der nicht mehr deutlich gegliederte Theil continuirlich an, zu einer Gesammtlänge des Occipitalskelets von nahezu 1 mm. Die occipitalen Spinalnerven durchsetzen den scheinbar ungegliederten Theil in mehreren Canälen, um sich ventralwärts von ihm zur Bildung des Hypoglossus zu vereinigen, Interprotovertebralarterien dagegen finden sich im Bereich des Occipitalskelets nicht.

Rindsembryo IV. Körperlänge 12·0^{mm}.

(Taf. II, Figg. IV, 1 bis 5.)

Es ist dasselbe Object, welches ich bei meiner Untersuchung über Anlagen von Sinnesorganen an den Visceralbogennerven (6. S. 17) unter der Bezeichnung „Embryo III" benutzt habe. Der grösste Durchmesser liegt noch zwischen Nacken und Kreuz, wie bei den jüngeren Embryonen, und beträgt 12·0^{mm}. Die Schnittebene ist für die Nackengegend rein transversal, in Folge der Zusammenkrümmung des Körpers wird sie sowohl nach dem Kopfe wie nach dem Rumpfe zu allmählich zu einer frontalen. Ich bilde unter Fig. IV, 1 einen Frontalschnitt ab, welcher die Anlagen des siebenten bis zehnten Brustwirbels in der Ebene der Chorda dorsalis getroffen hat; derselbe ist nicht ganz rein frontal, sondern weicht auf der rechten Körperseite (vom Beschauer links) ein wenig dorsalwärts, auf der linken Seite (vom Beschauer rechts) ein wenig ventralwärts aus der Frontalebene ab. Unter Figg. IV, 2 bis 5 gebe ich vier Querschnitte aus der Nackengegend, deren Lage im Zusammenhange der Wirbelsäule aus dem nebenstehenden Holzschnitt zu ersehen ist; sie haben die Anlagen des Occipitalwirbels, sowie des ersten bis dritten Halswirbels getroffen.



Holzschnitt zu Fig. IV.
Frontalprojection aus der transversalen Serie construirt. Vergr. 20 fach. Knorpelige Theile sind weiss gelassen, bindegewebige punktirt; Spinalnerven und Gefässe als Frontalschnitt dargestellt.

Der Entwickelungszustand des Axenskelets schliesst sich an denjenigen des vorher besprochenen Embryo im Verhalten der Bogenanlagen unmittelbar an; ein entscheidender Fortschritt dagegen zeigt sich in dem oben als Körperbezirk gekennzeichneten Abschnitt des perichordalen Gewebes, indem hier die Umwandlung des letzteren in hyalinen Knorpel begonnen hat. Der Entwickelungszustand kann daher nicht mehr als der primitive bezeichnet werden, es ist der Beginn eines Uebergangszustandes, durch welchen die Herstellung des definitiven Knorpelskelets sich anbahnt.

Die Chorda dorsalis zeigt keine bemerkenswerthen Veränderungen, ausser der, dass die Chordascheide anstatt weiterzuwachsen, im Gegentheil an Mächtigkeit abgenommen hat. In dem Frontalschnitt Fig. IV, 1 ist sie an manchen Stellen sogar nicht mehr deutlich zu erkennen. Andere Besonderheiten, welche die Chorda des Embryo IV darbietet, halte ich für zufällig und postmortal entstanden, weil ich sie bei anderen Embryonen

von ungefähr gleichem Alter nicht finde; die Zellen des Chordastranges sind dichter zusammengedrängt und diffus gefärbt, während der Regel nach nur die Kerne carminisirt hervortreten, und ferner scheint der ganze Zellenstrang geschrumpft, sodass sich namentlich in den Körperbezirken ein Hohlraum um die Chorda herum hergestellt hat, wie er als sog. „Chordacanal" (Dursy) regelmässig erst bei älteren Embryonen innerhalb des fertigen Knorpelgewebes sich findet (3. S. 36). Der Durchmesser der Chorda variirt in regelmässiger Folge zwischen 0.06 und 0·025 mm, in der Weise, dass die dickeren Abschnitte in den Körperbezirken liegen, die eingeengten Stellen dagegen da, wo die primitiven Wirbelbogen mit der Chordascheide in Berührung treten.

Die Bestandtheile der Wirbelanlagen können durch Betrachtung und Vergleichung der gegebenen Abbildungen in ihrem Verhalten ziemlich vollkommen übersehen werden.

Der primitive Wirbelbogen besteht aus einem äusserst dichten Gewebe, welches dunkel carminisirt erscheint nicht nur in Folge der engen Anhäufung der gefärbten Zellkerne. Diese sind allerdings derart zusammengedrängt, dass sie bei manchen Einstellungen geradezu ein Mosaik bilden; gleichwohl sind sie eingebettet in eine spärliche feinkörnige Grundsubstanz, die wahrscheinlich nichts anderes ist als das Protoplasma der zusammengeflossenen Zellenleiber. Dadurch dass diese Grundsubstanz den Farbstoff ebenfalls angenommen hat, ist die dunkele Färbung des Gewebes vorzugsweise bedingt, und der primitive Wirbelbogen in der Weise hervorgehoben, wie es die Abbildungen wiederzugeben versuchen.

Fig. IV, 5 zeigt den Querschnitt durch die Anlage des dritten Halswirbels, diese Figur und der Frontalschnitt der Brustwirbelanlagen, Fig. IV, 1, können als Darstellung des Verhaltens der Wirbelsäule im Allgemeinen gelten. Sie lassen erkennen, dass die Bestandtheile des primitiven Wirbelbogens und seine topographischen Beziehungen im Ganzen noch dieselben sind wie bei den jüngeren Embryonen, im Einzelnen dagegen zeigen sich mancherlei Veränderungen.

Die wichtigste derselben dürfte die relative Rückbildung des perichordalen Theiles sein. Dieser stellt bei den jüngeren Embryonen eine starke, bei Embryo I z. B. 0·1 mm mächtige Platte dar, welche mit der Chordascheide innig verbunden von dieser axialen Stütze aus lateralwärts hinausgreift. Bei Embryo IV ist dieselbe Platte nur 0·05 mm mächtig und ihre Verbindung mit der Chordascheide, welche gerade auf die Chorda-Einschnürung trifft, ist gelockert dadurch, dass die bereits bei Embryo III bemerkliche Längsfaserung jetzt noch deutlicher geworden ist und das dichtere Gewebe von der Chordascheide abdrängt. Eine fernere Veränderung, die jedoch ebenfalls schon bei Embryo III vorbereitet war, ist die, dass der

oben als hypochordale Spange aufgeführte Theil nicht mehr in der Nähe der Chorda, sondern ungefähr 0·14^{mm} ventralwärts von der Chordascheide liegt, auch nicht in derselben transversalen Ebene wie der perichordale Theil, sondern in seiner Hauptmasse caudalwärts verschoben. So kann das Bild entstehen, wie es der ungefähr durch die Mitte der Wirbelanlage (vergl. den Holzschnitt) geführte Querschnitt Fig. IV, 5 darbietet; der primitive Wirbelbogen befindet sich hier überall in einer gewissen, nicht unbeträchtlichen Entfernung von der Chorda, er umgiebt das gesammte perichordale Gebiet in Gestalt eines Hufeisens, dessen geschlossener Theil der hypochordalen Spange entspricht und dessen Schenkel, die beiden Bogenhälften, dorsalwärts offen bleiben. Freilich ist es ein in die Breite gezogenes Hufeisen, denn die hypochordale Spange ist, wenigstens in der transversalen Ebene, kaum merklich gekrümmt, liegt daher im Querschnitt als gerader Gewebsbalken von einer Seite zur anderen. Eine geringe Krümmung dagegen zeigt sie im Frontalschnitt, sowie in der frontalen Projection, die der Holzschnitt giebt. Die Spange ist hier in ihren lateralen Theilen ein wenig caudalwärts gebogen, nimmt also an der schräg caudallateralen Stellung des gesammten primitiven Wirbelbogens Antheil. Sie geht in die Seitentheile des Bogens über in der Gegend wo diese durch das Hereindrängen der Muskelplatte in zwei Bogenstücke, ein dorsales und ein ventrales, abgetheilt wird. Auch für die Gestaltung dieser Stücke scheint die Muskelplatte bestimmend. Dieselbe lässt auf dem Querschnitt (Fig. IV, 5) drei Gruppen unterscheiden, in die sie sich zu sondern beginnt. Die stärkste derselben ist die dorsale, welche noch die Lage der ursprünglichen Muskelplatte einnimmt, als Anlage der Rückenstrecker; sie liegt dem dorsalen Bogenstück durchweg an und füllt auch die Einziehung zwischen diesem und dem ventralen Stück aus. Dem letzteren anliegend finden sich zwei schwächere ventrale Gruppen, und zwar eine laterale, die als Anlage der intercostalen Musculatur, und eine mediale, die als Anlage der subvertebralen Muskeln aufgefasst werden darf. Die Bogenstücke, das dorsale sowohl wie das ventrale, bilden sich an und zwischen jenen Muskelgruppen und erhalten dadurch ihre Gestalt. Die Spange hängt mit beiden Stücken continuirlich zusammen; sie stellt daher gewissermaassen die quere Stütze dar, an welcher jederseits die Bogenbestandtheile, Neuralbogen und Rippe, ihren Halt finden. Im primitiven Zutande, wie ihn die oben beschriebenen jüngeren Embryonen darbieten, war der Halt durch die Chorda dorsalis gegeben, die hypochordale Spange gehörte dem perichordalen Theil des primitiven Wirbelbogens an, durch welchen die beiden Bogenhälften in fester Verbindung mit der Chordascheide standen. Bei dem jetzt vorliegenden Embryo IV ist der perichordale Theil zu einer schwachen Scheibe reducirt; dieselbe steht zwar an ihrem ventralen Rande mit der mächtig entwickelten

hypochordalen Spange und an ihren lateralen Rändern mit den beiden Bogenhälften noch in unmittelbarem Zusammenhang, aber einen axialen Halt dürfte sie derselben kaum mehr zu bieten im Stande sein. Da ein solcher demnach den Wirbelanlagen bei Embryo IV fehlt, so ist dadurch der hier vorliegende Entwickelungszustand als ein provisorischer, als ein Uebergangszustand gekennzeichnet; denn die fundamentalste Bedingung, die ein Axenskelet zu erfüllen hat, ist doch wohl zweifellos eben die feste Stützung in der Leibesaxe.

Scheint nun diese Stützung hier vorläufig nicht mehr in vertrauenerweckender Weise gewährleistet, so finden sich andererseits gerade bei Embryo IV die ersten Spuren einer Differenzirung, durch welche dieselbe in der Folge in neuer Gestalt sich wieder herstellt. Ich meine das bereits erwähnte Auftreten des knorpeligen Wirbelkörper's.

Im primitiven Zustand des Axenskeletes, und so auch noch bei Embryo III, war, wie wir oben gesehen, der Raum zwischen den perichordalen Theilen je zweier primitiver Wirbelbogen, der Raum, den ich, der Entwickelung vorgreifend, schon oben als „Körperbezirk" bezeichnet hatte, durch indifferentes Mesoblastgewebe ausgefüllt, wie es sich in allen Theilen des embryonalen Körpers als Lückengewebe findet, und in einer die Chordascheide umgebenden, etwa 0.06 mm messenden Zone war dieses Gewebe dichter und stellte eine perichordale Verstärkung der Chordascheide dar, eine Verstärkung also der axialen Stütze, an welcher in gleichmässigen Abständen die primitiven Wirbelbogen befestigt waren. Dieser Zustand besteht bei Embryo IV nicht mehr. In welcher Weise der perichordale Theil des Wirbelbogens verändert und dadurch der Halt desselben an der Chordascheide gelockert erscheint, wurde bereits geschildert. In dem Raume zwischen den perichordalen Theilen von je zwei Wirbelbogen ist jene die Chordascheide umgebende Zone dichteren Gewebes nicht mehr vorhanden, dagegen zeigt sich das Gewebe in unmittelbarer Nachbarschaft des cranialwärts vorausgehenden primitiven Wirbelbogens zu beiden Seiten und am ventralen Umfange der Chorda eigenthümlich modificirt. Im Gegensatz zu dem Gewebe des primitiven Wirbelbogens, in welchem die Kerne dichtgedrängt in einer carminisirten Grundsubstanz liegen, ohne Spur von Zellgrenzen, sieht man hier jeden Kern von einem Zellenleib umgeben, welcher, auf der einen Seite mächtiger als auf der anderen, dem Kerne wie ein dünner starkgekrümmter Halbmond sich anschmiegt. Diese Zellen liegen in kleinen, jedoch messbaren Abständen von einander, in einer homogenen, vom Carmin ganz ungefärbt gebliebenen Intercellularsubstanz eingebettet. Schon auf Grund dieser histologischen Charaktere trage ich kein Bedenken, dieses Gewebe als hyalinen Knorpel anzusprechen; die Berechtigung dazu wird durch eine Vergleichung im Alter sich anschliessender Embryonen bestätigt, aus welcher

die Identität der fraglichen Gewebsanlage mit dem knorpeligen Wirbelkörper ganz zweifellos resultirt. Der erste hyaline Knorpel, der im Axenskelet auftritt, liegt demnach nicht im primitiven Wirbelbogen, sondern an dessen caudalwärts gekehrter Grenzfläche in unmittelbarer Umgebung der Chordascheide. Jedoch nicht rings um die Chorda, sondern, wie erwähnt, nur zu beiden Seiten und ventral, und auch nicht etwa in gleichmässig mächtigem Halbring, sondern in Gestalt von zwei, bilateral symmetrischen Knorpelherden, welche um den ventralen Umfang der Chorda her durch eine Brücke des gleichen Gewebes in Verbindung stehen. Das betreffende Gebiet ist in den Abbildungen durch hellblaue Färbung bezeichnet, seine Grenze ist keine scharfe. Cranial-, ventral- und theilweise auch lateralwärts geht das Knorpelgewebe unvermittelt in das Gewebe des primitiven Wirbelbogens über, dorsalwärts ist es gegen das lockere Gewebe des perimedullaren Raumes durch eine Art von Perichondrium abgegrenzt, welches in der Medianebene bis an die Chordascheide heranreicht, caudalwärts schliesst sich durch Vermittelung des gewöhnlichen, nur etwas verdichteten Mesoblastgewebes der perichordale Theil des nächstfolgenden primitiven Wirbelbogens an. Der Ausdruck „theilweise auch lateralwärts" wird verständlich durch einen Blick auf Fig. IV, 1. Dieser Frontalschnitt liegt dorsalwärts von der hypochordalen Spange, in der Ebene der Chorda, und zeigt die beiden Bogenhälften durch den perichordalen Theil des primitiven Bogens mit einander verbunden. Dadurch, dass dieser Theil viel weniger mächtig ist als die Bogenhälften und dass diese letzteren ein wenig caudalwärts verschoben zu ihnen stehen, wird der Körperbezirk auch seitlich von Theilen des primitiven Wirbelbogens begrenzt, aber eben nur so weit, als dieselben reichen. Ihrer caudalen Grenzfläche unmittelbar anliegend, findet sich die Art. interprotovertebralis mit der zugehörigen Vene, und diese Gefässe sind es, welche die seitliche Begrenzung des Körperbezirkes im caudalen Abschnitt desselben bilden. Die Interprotovertebralarterien kommen noch in derselben Weise aus den Aorten wie bei den jüngeren Embryonen und umfassen den Körperbezirk wie es Fig. II, 4 demonstrirt. Da sie hierbei genau in der mittleren Höhe dieses Bezirkes liegen, wie Fig. IV, 1 zeigt, so kann man sagen: die Bildung des knorpeligen Wirbelkörpers erfolgt in dem von den Zwischenurwirbelarterien umschriebenen, perichordalen Raume; und man wird die Möglichkeit einer nutritiv-causalen Beziehung der Knorpelbildung zu jener Lagebeziehung nicht in Abrede stellen dürfen. Immerhin ist dabei zu bedenken, dass die Arterien in mindestens eben so naher Beziehung zu den primitiven Wirbelbogen stehen und dass ihr eigentliches Ziel und das Motiv ihrer Existenz das Nervensystem ist.

Eine longitudinale Anastomose der Interprotovertebralarterien, wie sie im Halsgebiet später zur Bildung der A. vertebralis führt, ist noch nicht

entwickelt, aber angedeutet in Gestalt kurzer Aeste, die von den Arterien cranialwärts ein Stück weit in die Bogenhälften eindringen. Dieselben sind im Holzschnitt S. 85 in den Anlagen des zweiten und dritten Halswirbels angegeben.

Die bisherige Beschreibung hatte den Entwickelungszustand der Wirbelsäule im Allgemeinen zum Gegenstand; die Anlagen der beiden Drehwirbel weichen von demselben nur in unwesentlichen Punkten ab. Was den primitiven Wirbelbogen anlangt, so ist vielleicht lediglich die geringere Entwickelung des ventralen Stückes der Bogenhälfte, d. h. also der Rippenanlage, zu erwähnen. Die Sonderung der Muskelplatte in drei Portionen ist zwar auch angedeutet, wie an anderen Stellen der Wirbelsäule, die Gruppen liegen aber noch dichter beisammen, lassen demnach für das ventrale Bogenstück nur geringeren Raum. Und diese Abweichung zeigt die Anlage des ersten Wirbels in höherem Grade als die des zweiten.

Dasselbe gilt für eine Verschiedenheit der Knorpelanlage im Körperbezirk, eine Verschiedenheit, die ebenfalls nur eine graduelle ist. Wie oben erwähnt, liegt auch in den übrigen Wirbelanlagen die Hauptmasse des Knorpels in zwei Herden zu beiden Seiten der Chorda, während am ventralen Umfang der letzteren diese Herde nur durch eine dünnere Knorpellage in Verbindung stehen. Diese Andeutung einer bilateral symmetrischen Anlage des Wirbelkörpers wird vom dritten bis zum ersten Halswirbel cranialwärts deutlicher. Während im zweiten Wirbel die beiderseitigen Herde durch eine dünne, nur eben noch nachweisbare Brücke verbunden sind (Fig. IV, 4), erscheinen sie im ersten Wirbel thatsächlich isolirt (Fig. IV, 3). Hier greift das dichtkernige, starkcarminisirte Gewebe des primitiven Wirbelbogens von der hypochordalen Spange aus als dünnes, medianes Septum zur Chordascheide, caudalwärts bis in das Niveau ungefähr der Mitte der Knorpelanlage reichend. Dadurch sind die beiderseitigen Knorpelanlagen auf der ventralen Seite der Chorda von einander getrennt, auf der dorsalen ist wie in allen Wirbelanlagen auch im ersten Halswirbel vorläufig kein Knorpelgewebe entwickelt, vielmehr reicht hier das dichtere Gewebe, welches den Körperbezirk gegen das perimedullare Bindegewebe abgrenzt, etwas verbreitert bis an die Chordascheide herein.

Auffallendere Abweichungen vom allgemeinen Verhalten als die Drehwirbel bietet bei Embryo IV das Occipitalskelet dar. Wie bei den jüngeren Embryonen, so ist auch hier der caudale Abschnitt, welcher einer einzigen Wirbelanlage entspricht, zu unterscheiden von dem cranialwärts sich anschliessenden Theile, der aus einer nicht genau bestimmbaren Anzahl von Wirbelanlagen zusammengeflossen erscheint. Die Grenze der beiden Bezirke ist aber bei Embryo IV weniger scharf als bei den jüngeren Embryonen. Der primitive Wirbelbogen sowohl wie die knorpelige Anlage des

Wirbelkörpers, welche sich im caudalen Abschnitt entwickelt haben, gehen in die entsprechenden Gewebsbezirke des nicht mehr deutlich gegliederten Theiles continuirlich über. Gleichwohl zeigen sie alle charakteristischen Eigenschaften anderer Wirbelanlagen und machen den caudalen Abschnitt des Occipitalskeletes zu einem wohl individualisirten Occipitalwirbel.

Der primitive Wirbelbogen desselben zeigt zunächst eine auffallende Abweichung darin, dass die hypochordale Spange nur schwach entwickelt ist, als dünne Brücke zwischen den Bogenhälften ausgespannt. Die Bogenhälften selbst zeigen im Ganzen dieselben Beziehungen wie in anderen Wirbelanlagen. An ihrer caudalen Fläche verlaufen jederseits eine Interprotovertebralarterie neben dem ersten Cervical-Spinalnerv. Ihre craniale Fläche wird dadurch markirt, dass an ihr der letzte Occipital-Spinalnerv verläuft, während hier, wie innerhalb des Occipitalskeletes überhaupt, keine Interprotovertebralarterie mehr vorhanden ist. Die Gestalt der Bogenhälften auf dem Querschnitt (Fig. IV, 2) ist einfacher, d. h. weniger gegliedert als in den übrigen Wirbelanlagen, was seine Ursache wohl darin hat, dass die nebenliegende Muskelplatte (es ist die dritte der Occipitalregion) die oben besprochene Sonderung in drei Gruppen nicht zeigt. Daher kommt es auch, dass ein als Rippenanlage zu deutendes ventrales Bogenstück nicht vorhanden ist. Das Gewebe der Bogenhälfte scheint weniger dicht als in den Bogenanlagen der Halsregion, und es ist innerhalb der Bogenhälfte nicht überall gleichmässig. Am dichtesten ist es in der unmittelbaren Nachbarschaft des Körperbezirkes, sowohl seitlich als in der hypochordalen Spange; dadurch tritt hier im Querschnitt ein hufeisenförmiges Gebilde hervor, welches den Körperbezirk umfasst in derselben Weise wie in den übrigen Wirbelanlagen, und an diesem Gebilde zeigt sich auch eine Verdickung an der ventralen Ecke, die als Rippenandeutung aufzufassen ist. Lateralwärts geht dieses Gebilde continuirlich in das etwas weniger dichte Gewebe des Seitentheiles über; und dieser Theil wiederum steht, soweit die Grenze nicht von dem durchtretenden Spinalnerven (caudale Portion des Hypoglossus) scharf aufrecht erhalten wird, in continuirlichem Zusammenhang mit dem cranialwärts sich anschliessenden Theile des Occipitalskeletes.

Der Körperbezirk ist auch im Occipitalwirbel durch die Bildung von Knorpelgewebe ausgezeichnet wie in der gesammten Wirbelsäule. Eine bilaterale Anlage dieses occipitalen Wirbelkörpers macht sich nur insofern geltend, als derselbe zu beiden Seiten caudalwärts weiter herabtritt als in der Mitte (vergl. den Holzschnitt). In einem Querschnitt dagegen wie Fig. IV, 2, ist eine bilaterale Sonderung des Knorpelgewebes nicht zu bemerken, die Knorpellage ist hier ventralwärts der Chorda fast ebenso mächtig wie zu beiden Seiten. Dadurch unterscheidet sich der occipitale Wirbelkörper von denen der gesammten Halsregion, was um so auffallender ist,

als sich ja oben ergeben hatte, dass innerhalb der Halsregion die bilaterale Anlage cranialwärts immer deutlicher wird. An der dorsalen Seite der Chorda ist kein Knorpelgewebe vorhanden, im Occipitalwirbel so wenig wie in den Anlagen der Wirbelsäule überhaupt. Von dem den Körperbezirk dorsalwärts abgrenzenden etwas verdichteten Gewebe geht hier eine Lage einfachen Bindegewebes aus, die, allmählich schmäler werdend, bis an die Chordascheide reicht.

Wie die Bogenhälfte, so geht auch der knorpelige Körper des Occipitalwirbels in den entsprechenden Bestandtheil des cranialwärts sich anschliessenden, scheinbar ungegliederten Abschnittes continuirlich über. Die Grenze ist hier lediglich durch eine Einziehung der äusseren Gestalt des Knorpels bezeichnet, welche auf sagittalen Schnitten und, für den vorliegenden Embryo, in der Frontalprojection (Holzschnitt) hervortritt. In der Umgebung der Chorda dagegen ist das Knorpelgewebe nicht unterbrochen; demnach ist der perichordale Theil des primitiven Wirbelbogens, der in der Occipitalwirbelanlage der jüngeren Embryonen als starkes Gebilde an die Chordascheide herantrat, beim Embryo IV vollständig geschwunden oder in der Knorpelbildung aufgegangen. Die gegenseitige Beziehung des knorpeligen Mitteltheiles, den man als Körpermasse bezeichnen kann, und des bindegewebigen Seitentheiles, der Bogenmasse, ist dieselbe wie in den Wirbelanlagen, nur dass in dem ganzen Gebiet keine Spur einer hypochordalen Spange nachzuweisen, die Körpermasse überall gleichmässig durch ein dünnes Perichondrium ventralwärts abgegrenzt ist.

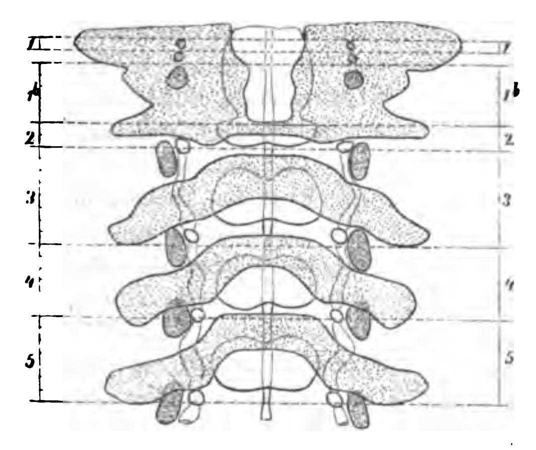
Da die Schnittebene in Folge der starken Nackenkrümmung des Embryo IV, im cranialen Abschnitt des Occipitalskeletes schräg und für die Analyse ungünstig wird, so verlohnt es sich nicht, über die Gestalt und craniale Begrenzung des letzteren bei diesem Object speciellere Auskunft zu suchen. Das wesentliche Result der Untersuchung des Embryo IV, soweit das Occipitalskelet in Betracht steht, ist der Nachweis, dass der caudale Abschnitt desselben sich in seiner Anlage von primitivem Wirbelbogen und knorpeligem Wirbelkörper durchaus wie ein Rumpfwirbel verhält.

Rindsembryonen V und VI. Körperlänge 15·5 mm.

(Taf. II, Figg. V und VI.)

Diese beiden Embryonen habe ich bei meiner Untersuchung über Anlagen von Sinnesorganen an den Kiemenspalten (6. S. 28) unter der Bezeichnung „Embryonen IV und V“ verwerthet. Der grösste Durchmesser liegt bei beiden zwischen Nacken- und Steisshöcker und beträgt 15·5 mm. Die Schnittebene fällt bei Embryo V in der Nackengegend rein transversal, stimmt also mit derjenigen des Embryo IV genau überein.

Ich gebe in dem nebenstehenden „Holzschnitt zu Fig. V" die durch Construction aus den transversalen Schnitten gewonnene Frontalprojection der Wirbelsäule in der Nackengegend; in den Figg. V, 2—5 liegen Querschnittsbilder vor, welche in ihrer Lage den von Embryo IV unter der gleichen arabischen Bezifferung abgebildeten entsprechen, also die Anlagen des Occipitalwirbels und des ersten bis dritten Halswirbels darstellen. Der Unterschied ist nur der, dass ich von IV wirklich vier Einzelschnitte gegeben, von V dagegen die Einzelschnitte im Bereich einer jeden Wirbelanlage durch Aufeinanderpausen combinirt und dadurch gewissermaassen Projectionen der betreffenden Anlagen auf die transversale Ebene hergestellt



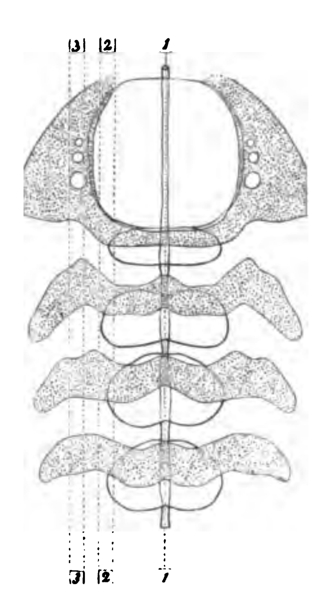
Holzschnitt zu Fig. V.

Frontalprojection aus der transversalen Serie construirt. Vergr. 20 fach. Wirbelkörper weiss, Bogen punktirt, Spinalnerven und Arterien als Frontalschnitt dargestellt. In den Einzelabbildungen auf Taf. II sind je die zwischen zwei queren Linien eingeschlossenen Schnitte durch Pauscombination zusammengefasst.

habe. Unter 1 und 1 b sind dem Querschnittsbild des Occipitalwirbels zwei Schnitte durch den cranialwärts an diesen sich anschliessenden Theil des Occipitalsceletes beigegeben. Die Lage aller sechs Querschnittsbilder im Zusammenhang der Wirbelsäule ist in dem Holzschnitt zu Fig. V angegeben, desgleichen die Anzahl der in jedem Bilde zusammengefassten Einzelschnitte.

Embryo VI war in eine sagittale Schnittserie zerlegt worden. Dieselbe war im dorso-ventralen Sinne rein sagittal, nicht aber im cranio-caudalen; um sagittale Schnittbilder von der gesammten uns interessirenden Gegend zu gewinnen, wie die Figg. VI, 1 bis 3 sie geben, war es daher nöthig, dieselben aus je vier nebeneinanderliegenden Sagittalschnitten zu combiniren. Auch bei der Frontalprojection, deren Resultat in dem umstehenden „Holz-

schnitt zu Fig. VI" vorliegt, musste auf diese Abweichung der Schnittebene Rücksicht genommen werden, was keine besonderen Schwierigkeiten darbietet. Ich trage in einem solchen Falle in der früher von mir (5. S. 179) beschriebenen Weise zunächst die Organgrenzen in das den wirklichen Schnitten entsprechende Liniensystem ein. Sodann lege ich über dieses ein zweites System von parallelen Linien, deren Abstände ebenfalls von der jeweiligen Schnittdicke abhängig sind, deren Richtung dagegen der durch Pauscombination eruirten Lage der Medianebene entspricht. Wenn man nun, unter Beziehung auf diese der Medianen parallele, imaginäre Schnittebene die Marken der Organgrenzen miteinander verbindet, so erhält man eine Projection, deren Richtigkeit beliebig controlirbar ist. Da die einzelnen Wirbelanlagen, entsprechend der Nackenkrümmung des Embryo, in stumpfen Winkeln zu einander geneigt stehen, konnten richtige und unter einander vergleichbare Projectionen derselben nur dadurch erlangt werden, dass ich das frontale Coordinatensystem für jede Anlage besonders der jeweiligen Richtung der Körperaxe genau parallel errichtete und dementsprechend auch das Constructionsfeld in Abschnitte eintheilte, deren jeder seine besondere Abscisse hat für den Bereich einer einzigen Wirbelanlage. Durch dieses Verfahren gewonnene Frontalprojectionen stellen die in Wahrheit stark gekrümmte Wirbelsäule der Nackengegend so dar, als ob sie gestreckt, als ob die Körperaxe der einzelnen Wirbelanlagen und der Occipitalregion in eine gerade Linie aufgerichtet wäre.



Holzschnitt zu Fig. VI. Frontalprojection aus der sagittalen Serie. Vergr. 20 fach. Erklärung siehe im nebenstehenden Text.

Der Entwickelungszustand des Axenskeletes ist bei beiden Embryonen identisch, weshalb ich beide in der Beschreibung zusammenfasse. Sie schliessen sich in ihrem Verhalten an den Embryo IV unmittelbar an, die Wirbelsäule befindet sich noch in derselben, oben als Uebergangszustand bezeichneten Periode ihrer Entwickelung.

Die Chorda dorsalis zeigt sich noch nicht weiter verändert, die Scheide zwar sehr dünn, aber doch überall nachweisbar, der Zellenstrang aus dichtgelagerten, kleinen Zellen bestehend, welche selbst ungefärbt nur die ziemlich grossen runden oder länglichen Kerne gefärbt hervortreten lassen. Die Durchmesser der Chorda variiren transversal zwischen 0·08 und 0·04 ^{mm},

sagittal zwischen 0·06 und 0·05 mm; der Querschnitt ist demnach schwach queroval, die dünnen Stellen liegen in den perichordalen Theilen der primitiven Wirbelbogen, d. h. also auf den Grenzen der Wirbelkörper, die stärkeren Abschnitte entsprechen in ihrer Lage den Körpern selbst. Innerhalb der Körper ist die Chordascheide deutlicher als auf den Grenzen, wo das dichte Gewebe sich ihr auf's innigste anschmiegt; das Knorpelgewebe der Körper umgiebt sie übrigens ebenfalls unmittelbar, lediglich durch eine mehr abgeplattete Form der Zellen sich abgrenzend.

Der primitive Wirbelbogen ist noch entschiedener als es schon bei Embryo IV der Fall war in perichordalen Theil und eigentlichen Wirbelbogen gesondert. Der perichordale Theil könnte jetzt bereits als intervertebrale Bandscheibe bezeichnet werden, da er sich in seiner Beziehung zu den beiden benachbarten Wirbelkörpern, welche er von einander trennt, bez. mit einander verbindet, durchaus als eine solche darstellt. Er ist aber noch nicht nach Art einer solchen ringsherum durch straffe Bandmasse abgeschlossen, sondern geht vielmehr noch, ähnlich wie bei den jüngeren Embryonen, am ventralen und lateralen Rande, in caudalwärts schwach concaver Krümmung, in das Gewebe des eigentlichen Wirbelbogens über. Dieses zeigt im Wesentlichen noch dieselbe histologische Beschaffenheit wie bei Embryo IV, namentlich ist eine Umwandelung in hyalinen Knorpel noch nicht nachzuweisen.

Eine Vergleichung der Fig. V, 5 mit Fig. IV, 5 ergiebt, dass auch die morphologischen Beziehungen des Wirbelbogens im Wesentlichen die gleichen geblieben sind. Beide Abbildungen stellen den dritten Halswirbel dar als Beispiel des Verhaltens der Wirbelanlagen überhaupt; die Anschauung, welche Fig. V, 5 gewährt, wird ergänzt durch die drei sagittalen Schnittbilder der Fig. VI, in denen die Anlagen des dritten und des vierten Halswirbels mitenthalten sind.

Die hypochordale Spange ist noch ein starker, im Allgemeinen transversal stehender Balken, welcher beiderseits continuirlich und ohne die geringste Andeutung einer Abgrenzung in die Bogenhälften übergeht. In der Medianebene ist sie stärker als zu beiden Seiten derselben, indem sie sowohl dorsalwärts nach der Chorda zu, wie auch ventralwärts ein wenig anschwillt. Der Medianschnitt Fig. VI, 1 zeigt die Lagebeziehung der Spange zu der intervertebralen Bandscheibe; die Spange ist noch entschiedener als schon bei Embryo IV, caudalwärts verschoben, derart, dass sie nur durch ihren cranialen Rand noch in Verbindung mit jener Scheibe steht, sonst aber durchaus der ventralen Fläche des Wirbelkörpers anliegt.

Auch die Bogenhälften bieten im Allgemeinen dasselbe Verhalten dar wie früher. Eine Neuerung besteht, wenigstens im Bereich der Halswirbelsäule, in dem Vorhandensein der longitudinalen Anastomose zwischen

den Interprotovertebralarterien, einer Anastomose, welche später, zum Hauptstamm werdend, die Art. vertebralis bildet. Dieses Gefäss, in Fig. V, 5 im Querschnitt und Fig. VI, 3 im Sagittalschnitt dargestellt, durchsetzt die Bogenhälfte in der Gegend, die wir schon bei den jüngeren Embryonen als die Grenze zwischen einem ventralen und einem dorsalen Bogenstück erkannt hatten, und trägt zu der deutlicheren Scheidung der beiden Bestandtheile bei. Das dorsale Stück ist die Anlage des Neuralbogens, das ventrale die Andeutung einer Rippenanlage. Die Grenze zwischen beiden, welche übrigens keineswegs eine scharfe ist, vielmehr einen continuirlichen Zusammenhang bestehen lässt, ist ein wenig dorsalwärts verschoben; das dürfte darauf beruhen, dass die Bogenhälften überhaupt, sowie auch die ihnen anliegenden Muskelgruppen, ein wenig dorsalwärts hinauf gedrängt erscheinen. Infolgedessen trifft die hypochordale Spange seitlich nicht mehr auf die Grenze der Bogenstücke, sondern geht im Wesentlichen in das ventrale Stück über. Und selbst dieses erreicht sie nur durch eine geringe dorsalwärts gerichtete Krümmung ihres seitlichen Endes. So kommt es, dass jetzt die Bogenanlage in der Ansicht, die Fig. V, 5 giebt, in ihrer Gesammtheit ein hufeisenförmiges Gebilde darstellt, an dessen Seitentheilen die ventralen Bogenstücke lateralwärts vortreten. Diese letzteren zeigen sich in zwei Kanten getheilt, welche zwischen die anliegenden Muskelgruppen eingreifen; man könnte sie als Anlage von Rippe und Querfortsatz deuten, wobei es freilich auffallen müsste, dass die Art. vertebralis nicht zwischen beiden, sondern eher etwas dorsalwärts von dem Querfortsatz, zwischen diesem und dem Neuralbogen liegen würde.

Der knorpelige Wirbelkörper ist in den vorliegenden beiden Embryonen vollkommener entwickelt und schärfer begrenzt, als in dem Embryo IV, zeigt aber durchaus die gleichen topographischen Beziehungen wie dort. Er umgiebt die Chorda dorsalis jetzt von allen Seiten, indem auch dorsalwärts von derselben Knorpelgewebe vorhanden ist, wo es bei Embryo IV noch fehlte. Im innigsten Verhältniss steht er zu den Bestandtheilen des primitiven Wirbelbogens, von denen er, wenigstens in seinem cranialen Abschnitte, beinahe allseitig umgeben ist. Der Medianschnitt (Fig. VI, 1) zeigt, worauf schon oben aufmerksam gemacht wurde, die Lagerung der hypochordalen Spange an der ventralen Fläche des Wirbelkörpers. Die Bogenhälfte, die sich jederseits an die Spange anschliesst und den Wirbelkörper seitlich umfasst, reicht noch weiter caudalwärts herab als jene, das demonstriren die Holzschnitte zu Figg. V und VI, und man kann sich auch dadurch davon überzeugen, dass man die Figg. VI, 2 und 3 durch Pausen auf Fig. VI, 1 passt, unter Benutzung der links neben den Figuren stehenden Orientirungskreuze. So steckt die craniale Hälfte des Wirbelkörpers vollständig im primitiven Wirbelbogen, das Knorpelgewebe be-

findet sich fast überall in unmittelbarer Berührung mit dem dichten Bogengewebe. Nur an der dorsalen, dem Rückenmarke zugekehrten Fläche ist solches strenggenommen nicht vorhanden, doch steht das hier den Abschluss bildende Perichondrium sowohl mit der intervertebralen Scheibe, welche die craniale Fläche des Körpers überzieht, als auch mit den dorsalen Stücken den Bogenhälften derart in continuirlichem Zusammenhang, dass man recht wohl geneigt sein könnte, das gesammte, den Wirbelkörper umgebende dichtere Bindegewebe, mag es nun dem primitiven Bogen angehören oder ergänzendes Grenzgewebe sein, als sein Perichondrium im weiteren Sinne anzusprechen. Der Wirbelkörper tritt bei dieser Auffassung in eine gewisse Abhängigkeit zum Bogen, diese Abhängigkeit kam aber, wie oben bei der Beschreibung von Embryo IV sich ergab, schon in dem ersten Auftreten des Knorpelgewebes zu Tage; sie entspricht der entwickelungsgeschichtlichen Stellung der beiden Bestandtheile zu einander. Denn der Wirbelbogen ist nicht nur das primitive, sondern auch das fundamentale Organ. Da er, um seine Aufgabe als metameres Glied des Körpergerüstes zu erfüllen, der festen axialen Verbindung mit seinen cranialen und caudalen Nachbarn nothwendig bedarf, so muss sich eine solche neu bilden, sobald einmal die Chorda dorsalis den Anforderungen nicht mehr genügt. Man darf daher wohl sagen, dass der Wirbelkörper ein Product des Wirbelbogens ist, jedoch nicht in dem Sinne, als ob er bereits in der Anlage des Bogens mit enthalten wäre. Der Wirbelkörper ist vielmehr eine Neubildung, und wenn er auch vom Bogen aus entsteht, insofern die knorpelige Differenzirung des perichordalen Gewebes an der caudalen Fläche des primitiven Wirbelbogens beginnt, so nimmt er doch zweifellos seine selbständige Stellung ein, da er als Ganzes die am frühesten entwickelte Knorpeleinheit der Wirbelanlage darstellt. Die caudale Grenzfläche des Wirbelkörpers, welche in Embryo IV noch unbestimmt war, ist in den vorliegenden Embryonen ebenso scharf wie die craniale; an beiden steht das Knorpelgewebe in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Gewebe der intervertebralen Bandscheibe.

Wie der Medianschnitt (Fig. VI, 1) zeigt, ist der sagittale Durchmesser des Wirbelkörpers im caudalen Abschnitt desselben beträchtlicher als im cranialen, und zwar beträgt der Unterschied ebensoviel wie der sagittale Durchmesser der hypochordalen Spange. Und nicht nur im sagittalen, auch im transversalen Durchmesser macht sich dasselbe Verhältniss geltend, der Wirbelkörper reicht in seinem caudalen Theile, der nicht mit dem Wirbelbogen in Berührung steht, weiter lateralwärts als da wo der Bogen liegt; das findet seinen Ausdruck z. B. darin, dass in die sagittale Ebene des in Fig. VI, 2 abgebildeten Schnittes nur der caudale Theil hereingreift. Der Wirbelkörper als Ganzes betrachtet kann demnach beschrieben werden als

ein longitudinal gestellter Cylinder, der jedoch von der cylindrischen Gestalt abweicht, erstens dadurch, dass er, dorso-ventral comprimirt, nicht einen kreisförmigen, sondern einen ovalen Querschnitt darbietet, und zweitens dadurch, dass der cranialwärts schauende Theil durch eine ventral und lateral ihn umfassende Rinne oder Hohlkehle verjüngt erscheint. Freilich bleibt in Folge dieser Modifikationen von der Cylinderform nicht viel übrig und man könnte auch sagen: der Wirbelkörper besteht aus einem breiteren caudalen Abschnitt, von welchem ein verjüngter Theil wie ein Zapfen cranialwärts emporragt; da dieser Zapfen nicht gerade auf der Mitte, sondern näher dem dorsalen Rande steht, so macht sich die Einziehung des Körperumfanges nur ventral und lateral geltend. Der Zapfen wird umfasst von Theilen des primitiven Wirbelbogens, ventral liegt ihm die hypochordale Spange an, lateral die eigentlichen Bogenhälften.

Die gesammte bisherige Schilderung bezog sich auf das Verhalten der Wirbelanlagen überhaupt und insbesondere derjenigen in der Mitte der Halsregion. Dass die Anlagen des zweiten Halswirbels vollkommen, die des ersten in allem Wesentlichen damit übereinstimmen und dass die letzteren nur untergeordnete Abweichungen in den Form- und Maassverhältnissen der sonst identischen Bestandtheile darbietet, das ist aus den Abbildungen ohne Weiteres ersichtlich. Fig. V, 3 zeigt den ersten Halswirbel in combinirtem Querschnitt; die Vorstelluug, die dieser giebt, wird plastisch ergänzt durch Vergleichung der Sagittalschnitte Figg. VI, 1 bis 3. Die gesammte Wirbelanlage ist etwas breiter als die caudalwärts folgenden. Was den primitiven Wirbelbogen betrifft, so ist im Vergleich mit jenen zu erwähnen, dass die hypochordale Spange im sagittalen Durchmesser etwas mächtiger und entsprechend der grösseren Breite der ganzen Anlage auch länger ist und mit ihren lateralen Enden in kaum merklicher dorsaler Krümmung in die Bogenhälften und zwar in deren ventrale Stücke übergeht, welche in der transversalen Verlängerung der Spange stehen. Die dorsalen Bogenstücke, d. h. die eigentlichen Neuralbogen nähern sich in ihrer Stellung, wie der Querschnitt zeigt, mehr der sagittalen Ebene als die entsprechenden Theile der caudalwärts folgenden Anlagen, und bieten zugleich eine mehr gleichmässige Breite dar als diese. Die abweichende Stellung ist wohl dadurch bedingt, dass das Rückenmark in dieser Gegend, entsprechend der Nackenbeuge, sich weiter von der Wirbelsäule entfernt; der Abstand der ventralen Fläche des Rückenmarkes von der dorsalen Fläche der Wirbelsäule beträgt in der Höhe

des ersten Halswirbels		0·5 mm
„ zweiten	„	0·35 „
„ dritten	„	0·24 „
„ vierten	„	0·2 „

Entsprechend dem grösseren Abstand richten sich die Neuralbogen mehr dorsalwärts, ihr Oeffnungswinkel am Wirbelkörper wird kleiner. Zugleich müssen sie, um ebenso weit dorsalwärts zwischen die Spinalganglien eingreifen zu können, länger sein im Verhältniss des grösseren Abstandes, was ebenfalls zutrifft und sowohl aus der Gesammtansicht des ersten Wirbels (Fig. V, 3) wie auch aus dem Sagittalschnitt Fig. VI, 3 zu ersehen ist.

Die Abweichungen des Wirbelkörpers sind merklichere. Er ist etwas breiter als die caudalwarts folgenden Nachbarn, in dem dorso-ventralen Durchmesser dagegen weniger mächtig als diese. Eine Besonderheit besteht ferner darin, dass die bilaterale Symmetrie der Knorpelanlage noch ziemlich deutlich ausgesprochen ist. Wie Fig. VI, 1 demonstrirt, ist die Anlage in der Medianebene sehr wenig umfangreich, nach beiden Seiten nimmt der sagittale, wie auch namentlich der longitudinale Durchmesser rasch zu, sodass auf dem Querschnitt (Fig. V, 3) sowohl wie in der Frontalprojection (vergl. die beiden Holzschnitte) der Körper aus zwei symmetrischen Stücken zusammengesetzt erscheint, welche in der Medianebene verschmolzen sind. Neben diesen Besonderheiten der Form sind die Beziehungen des knorpeligen Körpers zu den umgebenden Theilen in der ersten Halswirbelanlage durchaus die gleichen wie in allen Anlagen der Halsregion; die caudale Begrenzung bildet die der zweiten Wirbelanlage angehörende intervertebrale Bandscheibe, und der cranialwärts schauende Theil des Körpers wird von den Elementen des ersten primitiven Wirbelbogens umfasst.

Der Entwickelungszustand des Occipitalskeletes entspricht im Allgemeinen demjenigen der Wirbelanlagen; deutlich differenzirtes Knorpelgewebe findet sich nur im Körperbezirk, die den Wirbelbogen entsprechenden Theile bestehen durchweg nur aus dem beschriebenen, dichtkernigen, carminisirbaren Bindegewebe. Innerhalb des Occipitalskeletes ist auch bei den vorliegenden Embryonen die Unterscheidung eines Occipitalwirbels und eines cranialwärts an diesen sich anschliessenden, scheinbar ungegliederten Abschnittes noch gegeben, jedoch weniger scharf als bei den jüngeren Objecten. In der unmittelbaren Umgebung der Chorda dorsalis ist die Grenze ganz verwischt. Hier setzt sich das Knorpelgewebe aus dem Körper des Occipitalwirbels continuirlich in den ungegliederten Abschnitt hinein fort. Die Chorda ist in diesem ganzen Gebiete allseitig von Knorpel umschlossen und die Querschnitte (Figg. V, 1, 1b und 2) zeigen nichts mehr von der medianen Scheidung der Knorpelanlage in zwei bilateral-symmetrische Anlagen. Das einheitliche Knorpelstück, welches somit als Vorläufer des Basilarknorpels nun entstanden ist und im Medianschnitt (Fig. VI, 1) einen Längsdurchmesser von 1·4 mm darbietet, lässt seine Zusammensetzung aus einem caudalwärts gelegenen Wirbelkörper und einem cranialwärts an diesen sich anschliessenden ungegliederten Abschnitt durch eine Einziehung der

Oberfläche erkennen, welche aus dem Medianschnitt (Fig. VI, 1) und aus den Projectionsbildern (Holzschnitte zu Figg. V und VI) ersichtlich ist. Der auf diese Weise abgegrenzte occipitale Wirbelkörper zeigt nahezu denselben Querdurchmesser wie die Wirbelkörper der Halsregion, im sagittalen und longitudinalen Durchmesser dagegen bleibt er hinter diesen beträchtlich zurück. Besonders der sagittale Durchmesser, erscheint gering nicht nur gegen denjenigen der Halswirbelkörper, sondern auch im Vergleich mit der Knorpelanlage im ungegliederten Abschnitt des Occipitalskeletes, was aus den Sagittalschnitten Figg. VI, 1 und 2 erhellt.

Mit dem cranialen Theile des knorpeligen Körpers steht der primitive Wirbelbogen des Occipitalwirbels noch in derselben Weise in Verbindung, wie es in Embryo IV beschrieben wurde. Die hypochordale Spange ist zwar schwach entwickelt aber zweifellos nachweisbar; Fig. V, 2 zeigt sie im transversalen, Fig. VI, 1 im sagittalen Schnitt und die Holzschnitte in frontaler Projection. Besonders im Vergleich mit den benachbarten Halswirbelanlagen erscheint sie unbedeutend, ihre Durchmesser betragen kaum den vierten Theil von denen der Spange des ersten Halswirbels. In der Medianebene ist sie am schwächsten, nach beiden Seiten nimmt sie etwas zu und geht so in die eigentlichen Bogenhälften über. Wie schon aus der Beschreibung der Knorpelanlage hervorging, ist von dem perichordalen Theil des primitiven Wirbelbogens des Occipitalwirbels, d. h. also von der Anlage einer intervertebralen Bandscheibe auf der cranialen Grenze desselben, keine Spur mehr vorhanden. Die Spange steht demnach auch nicht wie die Spangen der Halswirbel cranial- und dorsalwärts mit solchem perichordalem Bindegewebe in Zusammenhang, sie liegt einfach der ventralen Oberfläche des Körperknorpels an als eine wulstartige Verdickung des Perichondriums.

Die Bogenhälften sind an der Stelle, wo die hypochordale Spange mit ihnen zusammenhängt, am stärksten und bilden hier eine Vorragung, die als Spur einer Rippenanlage gedeutet werden kann. Der eigentliche Neuralbogen ist sehr schmächtig angelegt, als dünne Platte dorsal- und lateralwärts vom Körper abgehend. Die geringe Mächtigkeit desselben ist um so auffallender, als nicht nur die benachbarten Halswirbel, sondern auch der cranialwärts sich anschliessende Abschnitt des Occipitalskeletes bedeutend mächtigere Seitentheile zeigen. Eine Abweichung des Bogentheiles im gesammten Occipitalskelet gegenüber den Halswirbelanlangen besteht in der Abwesenheit der interprotovertebralen Arterien sowie ihrer longitudinalen Anastomose. Auch die Gliederung des Bogens auf dem Querschnitt, die sich an den Halswirbeln stark entwickelt zeigte, fehlt, die Musculatur liegt ihm als einheitliche Gruppe beiderseits an.

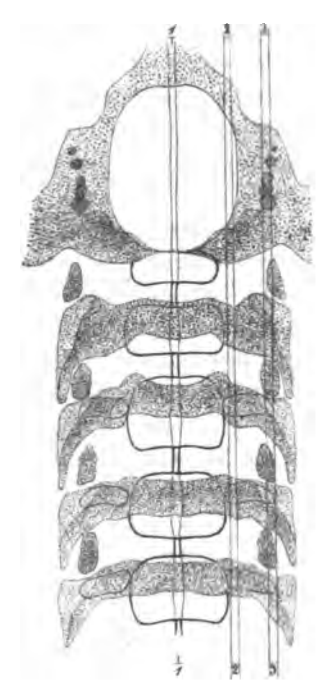
Wie die Knorpelanlage im Körperbezirk, so steht auch das Gewebe der Bogen in continuirlichem Zusammenhang vom Occipitalwirbel in den

scheinbar ungegliederten Abschnitt des Occipitalskeletes hinein. Wie sich aber gleichwohl die Grenze beider Bestandtheile an der Knorpelanlage durch eine Einziehung der Oberfläche kenntlich macht, so wird sie im Bogenbezirk markirt durch den Austrittskanal des caudalwärts letzten Occipital-Spinalnerven. Das zeigt besonders deutlich der Sagittalschnitt Fig. VI, 3. Die craniale Begrenzung des Bogens des Occipitalwirbels ist hier in scharfer Weise durch diesen Nerven gegeben; lateral- und medialwärts neben dieser Schnittebene ist sie eine weniger scharfe. Doch bleibt auch hier die Abgrenzung dadurch gesichert, dass das Gewebe im Bogentheil des Occipitalwirbels etwas dichter ist, als in dem cranialwärts sich anschliessenden Abschnitt des Occipitalskeletes. Innerhalb dieses letzteren ist eine Gliederung gar nicht nachzuweisen, so wenig wie innerhalb der Knorpelanlage des zugehörigen Körperbezirkes. Für die Annahme, dass dasselbe gleichwohl durch die Verschmelzung einer Anzahl von Wirbelbogen entstanden sei, lassen sich nur die drei occipitalen Spinalnerven geltend machen. Dieselben durchsetzen den Seitentheil in gesonderten Kanälen und vereinigen sich erst in ihrem ferneren Verlauf zur Bildung des Hypoglossus. Fig. VI, 3 zeigt, dass die drei Nerven nicht gleich stark sind, sondern dass sie cranialwärts an Stärke abnehmen und dass auch die Abstände zwischen ihnen sich verringern. Dieselbe Erscheinung der allmähligen Abnahme nach dem cranialen Ende zu macht sich aber auch am Occipitalskelet selbst geltend und zwar sowohl im Körperbezirk wie auch im Bogentheil. Beide Bestandtheile erscheinen auf Sagittalschnitten (Figg. VI, 1 bis 3) nach dem Kopfende zu keilförmig verjüngt. Die Knorpelanlage des Körperbezirkes endet auf diese Weise zugeschärft in einer transversalen Ebene, welche noch 1·7 ^{mm} von dem cranialen Ende der Chorda dorsalis, und 1·9 ^{mm} von der hinteren Wand der Hypophysentasche entfernt ist. Auf dieser ganzen Strecke ist noch kein Knorpelgewebe vorhanden und die Schädelbasis besteht lediglich aus perichordalem Bindegewebe, welchem sich dorsalwärts die primitive Dura mater mit der Art. basilaris, ventralwärts die Schlundwand anlegt. Der Seitentheil des Occipitalskeletes findet seine craniale Begrenzung durch die Nachbarschaft der Labyrinthblase; an deren bindegewebige Kapsel keilförmig verjüngt herantretend, umfasst er sie an ihrer medialen und caudalen Wand, und erhält dadurch ganz wesentlich seine Gestalt. In transversalen Ebenen, die caudalwärts von der Gehörkapsel liegen, greift er lateralwärts beträchtlich aus (Fig. V, 1) und bedingt so die Breite des Schädelgrundes; weiter cranialwärts macht er der Gehörkapsel Platz und verjüngt sich zu einem schmalen Streifen zwischen ihr und dem knorpeligen Körperstück. Am cranialen Ende des letzteren geht das Gewebe des Seitentheiles continuirlich in das oben erwähnte perichordale Bindegewebe über, welches vorläufig noch den vorderen Theil der Schädelbasis bildet.

Rindsembryo VII. Körperlänge 17·0^{mm}.

(Taf. II, Fig. VII.)

Der Embryo steht den vorhergehenden Embryonen V und VI in seinem allgemeinen Entwickelungszustand noch sehr nahe. Der grösste Durchmesser des embryonalen Körpers findet sich, in der übereinstimmenden Länge von 17^{mm}, sowohl zwischen Nacken- und Steisshöcker, wie auch zwischen Mittelhirn und Steisshöcker. Der Embryo wurde in eine sagittale Schnittserie zerlegt. Ich bilde unter Fig. VII, 1 bis 3 drei Schnitte aus derselben ab und gebe dazu im Holzschnitt eine durch Construction gewonnene Frontalprojection des in Untersuchung stehenden Abschnittes der Wirbelsäule; die Lage der drei einzeln abgebildeten Schnitte ist in das Projectionsbild eingetragen. Bei der Construction habe ich das frontale Coordinatensystem nicht für jede Wirbelanlage besonders errichtet, wie bei Embryo VI, sondern entsprechend der geringeren Nackenkrümmung wurde das Constructionsfeld nur in drei Abschnitte getheilt, einen für die Occipitalregion, einen für den ersten und zweiten, und einen für den dritten und vierten Halswirbel.



Holzschnitt zu Fig. VII. Frontalprojection aus der sagittalen Schnittserie. Vergr. 20fach. Die bezeichneten drei Schnitte siehe auf Taf. II. Bindegewebige Theile sind mit punktirter, knorpelige Theile mit voller Contour umzogen.

Die Wirbelsäule befindet sich noch in der oben als Uebergangszustand bezeichneten Periode ihrer Entwickelung. Jedoch ist der Abschluss dieser Periode und der Eintritt in den definitiven Zustand vorbereitet dadurch, dass die Bildung von Knorpelgewebe in den Bogenhälften begonnen hat.

Was zunächst die Chorda dorsalis anlangt, so ist ihre histologische Beschaffenheit die gleiche wie bei Embryo VI, nur ist von einer Lösung des Zellenstranges von der Innenfläche der Scheide hier nichts zu bemerken, im Gegentheil, die Zellen scheinen mit der Scheide innig verbunden und füllen dieselbe prall aus. Die Grenzen der Zellen stehen nicht einfach transversal, sondern überall nach der Axe des Zellenstranges zu schräg cranialwärts geneigt, als ob die Axe des Stranges ein wenig cranialwärts verschoben wäre. Die Einschnürungen der Chorda sind viel deutlicher als bei Embryo VI;

sie liegen regelmässig in der intervertebralen Bandscheibe, der sagittale Durchmesser beträgt an dieser Stelle ungefähr 0·04 mm, in der Mitte der Wirbelkörper dagegen beträgt er ungefähr 0·08 mm.

Der knorpelige Wirbelkörper ist nur wenig gewachsen, im transversalen Durchmesser erscheint er sogar kleiner als in den beiden vorhergehenden Embryonen. Dagegen ist seine Begrenzung eine noch bestimmtere als dort, die als Perichondrium zu bezeichnende Grenzschicht eine mächtigere.

Die Producte des primitiven Wirbelbogens sind jetzt noch entschiedener gesondert als früher. Der perichordale Theil ist zum Lig. intervertebrale geworden, welches in seiner peripherischen Zone bereits eine longitudinale Faserung erkennen lässt. Die hypochordale Spange steht zwar mit dem ventralen Rande der intervertebralen Bandscheibe noch in Berührung, ist aber histologisch von ihr gesondert, da im Gegensatz zu der faserigen Zerklüftung der Bandscheibe, die Spange noch wie früher lediglich dicht zusammengedrängte Kerne erkennen lässt.

Der Zusammenhang der Spange mit den Bogenhälften ist noch der gleiche wie früher, auch zeigt das an die Spange zunächst sich anschliessende ventrale Bogenstück (das Aequivalent einer Rippenanlage) dieselbe unveränderte histologische Beschaffenheit wie die Spange. Anders steht es mit dem dorsalen Bogenstück (dem eigentlichen Neuralbogen), welches mit dem ventralen Stück zwar in Continuität steht, aber doch deutlich von demselben gesondert ist theils durch die zwischen beiden verlaufende Anastomose der Interprotovertebralarterien (Art. vertebralis), theils dadurch, dass die Gewebsbrücke zwischen beiden eine sehr schmächtige ist. Im Inneren des dorsalen Bogenstückes hat die Umwandlung des primitiven Bogengewebes in hyalinen Knorpel ihren Anfang genommen, und zwar nicht an einem einzelnen Punkt, sondern beinahe in der ganzen Ausdehnung des Bogenstückes, vom Körper ab gerechnet lateral- und dorsalwärts auf einer Strecke von ungefähr 0·4 mm. In diesem Bereiche liegen die Kerne im Inneren des Bogenstückes nicht mehr so dichtgedrängt wie früher, zwischen den rundlichen Kernen finden sich zahlreiche halbrunde oder eckige Kerne eingestreut, an manchen Kernen sind halbmondförmige Zellenleiter wahrzunehmen und zwischen denselben liegt noch eine sehr spärliche, im Carmin ungefärbt gebliebene Grundsubstanz. Dieses junge Knorpelgewebe des Bogens steht mit dem Knorpel des Wirbelkörpers bereits in Berührung, ich habe jedoch den Eindruck, dass seine Entstehung nicht auf einer Wucherung des Körperknorpels beruht, sondern auf einer Umwandlung des Bogengewebes, welche gleichzeitig auf der ganzen Strecke vor sich geht.

Die bisherigen, aus der Untersuchung des dritten bis sechsten Halswirbels genommenen Anschauungen treffen auch für den zweiten Hals-

wirbel durchaus zu, seine einzige Abweichung von den caudalen Nachbarn besteht in einer bedeutenderen Länge des knorpeligen Wirbelkörpers.

Etwas mehr weicht der erste Halswirbel ab. Der longitudinale Durchmesser des Körpers ist beträchtlich kleiner, der transversale ein weniges grösser als im zweiten Halswirbel. Die Hauptabweichung aber betrifft die Knorpelanlage im Bogen. Zwar ihre Beschaffenheit ist die gleiche wie in den Bogen der übrigen Wirbel, nicht aber ihre Lage. Der Bereich der Knorpelbildung im Bogen des ersten Halswirbels reicht nicht bis an den Körperknorpel heran, sondern bleibt $0 \cdot 2^{mm}$ von diesem entfernt. Da in allen übrigen Beziehungen der Bogenknorpel im ersten Wirbel mit den entsprechenden Bildungen in den benachbarten Wirbeln übereinstimmt, also eine zweifellos homologe Anlage repräsentirt, so darf sein von dem Körperknorpel vollständig unabhängiges Auftreten wohl im Allgemeinen als Beweis für die Selbständigkeit der Knorpelanlagen des Wirbelbogens betrachtet werden.

Das Occipitalskelet lässt auch bei dem vorliegenden Embryo, wenn auch wiederum weniger deutlich, den Occipitalwirbel noch unterscheiden von dem cranialwärts sich anschliessenden, scheinbar ungegliederten Abschnitt. Dass die Rückbildung des Occipitalwirbels und sein Aufgehen in dem einheitlichen Occipitalskelet fortschreitet, ist schon daran zu erkennen, dass die hypochordale Spange, die bei den Embryonen V und VI noch deutlich vorhanden war, jetzt im mittleren Gebiet ganz verschwunden ist. Der knorpelige Körper ist durch eine Einziehung der Oberfläche noch abgesetzt, welche zu beiden Seiten tiefer eingreift als auf der dorsalen und ventralen Fläche. Die Lücke, die seitlich dadurch entsteht, ist von dem Bogengewebe ausgefüllt. Denn die Bogenhälften bestehen hier in ganz unveränderter Weise fort, nur die hypochordale Spange ist geschwunden. Der Bogen greift lateralwärts weit aus, und auch dorsalwärts hoch hinauf zwischen die Ganglien des ersten Cervicalnerven und des Hypoglossus. Eine Umwandlung in Knorpelgewebe kann ich in diesem occipitalen Wirbelbogen nicht nachweisen, derselbe besteht überall noch aus dem primitiven Bogengewebe, charakterisirt durch die ausserordentliche Dichtigkeit der Kerne und die tiefe Karminfärbung.

Der Zusammenhang der Bestandtheile des Occipitalwirbels mit den entsprechenden Bezirken des scheinbar ungegliederten Occipitalskeletes zeigt nichts Neues. Der Entwickelungszustand der Occipitalregion ist überhaupt kaum verändert im Vergleich zu den Embryonen V und VI, sogar die Dimensionen der Theile sind nahezu die gleichen. Auch die keilförmige Verjüngung des Occipitalskeletes nach dem Kopfende zu besteht in unveränderter Weise fort und desgleichen auch die Beziehungen zu der benachbarten Gehörkapsel.

Rindsembryonen VIII und IX. Körperlänge 18·5^mm^.

(Taf. III, Figg. VIII und IX.)

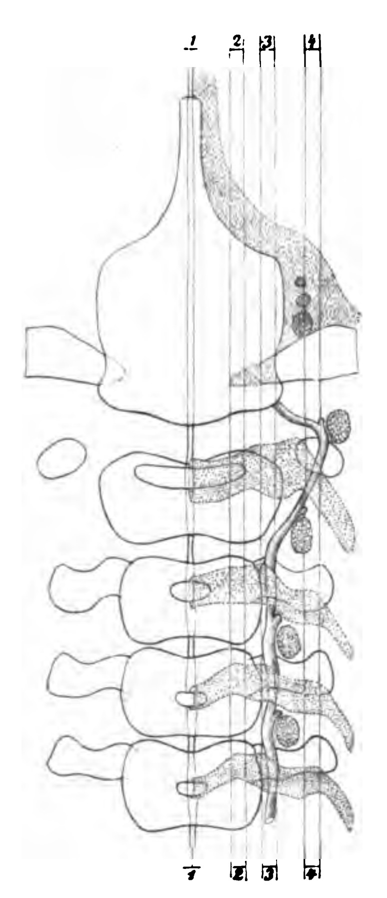
Die beiden Embryonen sind hinsichtlich ihres Entwickelungszustandes nahezu identisch und können daher in der Besprechung zusammengefass werden. Der grösste Durchmesser liegt zwischen Mittelhirn- und Steisshöcker und beträgt 18·5^mm^; der Durchmesser zwischen Nacken- und Steisshöcker ist aber beinahe eben so gross, er beträgt 18·0^mm^, die Nackenkrümmung ist demnach im Vergleich zu Embryo VII nur sehr wenig vermindert. Ueberhaupt bieten die Objekte noch den embryonalen Typus dar, in dem Sinne, welcher diesem Ausdruck von His (14. II. S. 44) gegeben worden ist; und zwar entsprechen sie nach ihrem allgemeinen Entwickelungszustand ungefähr den menschlichen Embryonen aus der Mitte des zweiten Monates, welche His a. a. O. S. 53 abbildet.

Embryo VIII wurde in eine sagittale Schnittserie zerlegt, aus welcher ich vier Schnitte unter Figg. VIII, 1 bis 4 einzeln abbilde; die Lage derselben ist in dem Projektionsbilde des Holzschnittes (s. folg. S.) eingetragen. Bei der Herstellung dieser Frontalconstruction wurde das Constructionsfeld in fünf Abschnitte getheilt, derart, dass die Projectionsebene sowohl für die Occipitalregion als für jede der vier ersten Halswirbelanlagen eine besondere, genau der jeweiligen Richtung der Körperaxe parallele ist. Die Schnittebene des Embryo IX trifft die Wirbelsäule im Bereich des zweiten bis vierten Halswirbels als eine rein frontale; ich bilde aus dieser Serie zwei sich ventro-dorsal folgende Schnitte ab unter Figg. IX, 1 und 2.

Die Wirbelsäule der vorliegenden Objekte befindet sich nicht mehr in der oben als Uebergangszustand bezeichneten Periode ihrer Entwickelung, wie sich diese bei den Embryonen IV bis VII darstellte. Man kann aber auch nicht sagen, dass der definitive Entwickelungszustand bereits erreicht wäre. Darin, dass sich als Grundlage des Wirbels jetzt ein einheitliches, aus Körper und Bogen bestehendes Knorpelstück vorfindet, spricht sich allerdings der wesentlichste Charakterzug des definitiven Zustandes aus; derselbe wird aber gestört durch das Nochvorhandensein der hypochordalen Spange, eines gerade für die primitive Anordnung charakteristischen Bestandtheiles. Erst wenn diese geschwunden, die Bogenhälften aber wie im dorsalen so auch im ventralen Bogenstück knorpelig geworden wären, erst dann würde die definitive Anordnung des Axenskeletes erreicht, in dem fertigen Knorpelwirbel zugleich die Grundlage für den später in ihm entstehenden Wirbelknochen gegeben sein. Immerhin ist in den vorliegenden Embryonen durch die Herstellung des einheitlichen, aus Körper und Bogen bestehenden Knorpelstückes der entscheidende Schritt zur Erreichung dieses Zieles gethan.

Die Chorda dorsalis zeigt in beiden Embryonen Merkmale der be-

ginnenden Rückbildung. Der Zellenstrang erscheint, wenigstens im Bereich der Halswirbelsäule, innerhalb der Scheide gelockert und füllt als unregelmässig geschrumpfter Faden das Lumen derselben nicht mehr aus. Die Chordascheide selbst ist unerheblich dünner geworden, so dünn, dass sie streckenweise überhaupt nicht mehr wahrnehmbar ist. Das trifft namentlich für die Wirbelkörper zu, so dass in diesen nun der sogenannte Chordakanal (Dursy) hergestellt ist, d. h. ein röhrenförmiger Hohlraum, dessen Wand durch das Knorpelgewebe des Wirbelkörpers gebildet wird, und in dessen Lumen die Chorda verläuft ohne dasselbe auszufüllen. Die Einschnürungen des Chordastranges finden sich noch im Allgemeinen in der Höhe der intervertebralen Bandscheiben, doch weniger regelmässig als bei Embryo VII. Die Durchmesser des Stranges wechseln in allmählichem Uebergang zwischen ungefähr 0·055 mm in den Wirbelkörpern und 0·025 mm in den Bandscheiben. Innerhalb der Occipitalregion ist die Chorda noch ziemlich unverändert erhalten, die Chordascheide deutlich und von dem Zellenstrang prall ausgefüllt.



Holzschnitt zu Fig. VIII.
Frontalprojection aus der sagitt. Serie construirt. Vergr. 20 fach. Als Ventralansicht behandelt. Linkerhand sind nur die knorpeligen Theile abgebildet; rechts die bindegewebigen punktirt, sowie die Lage der Spinalnerven und der A. vertebralis angegeben.

Der knorpelige Wirbelkörper ist im Vergleich zu seinem Verhalten im Embryo VII beträchtlich gewachsen, hat aber seine Gestalt im Wesentlichen beibehalten. Die ventral und lateral um ihn her laufende Einziehung, welche durch die Anlagerung des primitiven Wirbelbogens bedingt war, ist noch sehr deutlich vorhanden und noch weiter caudalwärts gerückt als in den jüngeren Embryonen, sodass sie, wenigstens an der ventralen Fläche und in der Nähe der Medianebene ungefähr die Mitte des Wirbelkörpers einnimmt.

Hier liegt nun in dieser Einziehung die hypochordale Spange, in ihren Durchmessern zwar reducirt im Vergleich mit Embryo VII, aber doch

noch wohl erhalten und lateralwärts in continuirlicher Verbindung mit den Bogenhälften. Und, was nun sehr bemerkenswerth ist, es findet sich in der Nähe der Medianebene eine Gegend in der hypochordalen Spange, wo das Gewebe derselben, welches im Allgemeinen immer noch das beschriebene, dichtkernige und leicht karminisirbare Gewebe des primitiven Bogens ist, eine Veränderung zeigt, ähnlich der zur Knorpelbildung führenden Veränderung in den Bogenhälften des Embryo VII. Nicht als ob ein wohlentwickeltes, scharf begrenztes Knorpelstückchen hier länge, wie der Holzschnitt fälschlicher Weise glauben machen könnte. Um es im Holzschnitt überhaupt anzudeuten, musste ich mir diese Schematisirung gestatten. In Wahrheit ist es eine geringfügige Modificirung des Gewebes, am deutlichsten in der Axe des Stranges, nach der Oberfläche dagegen, sowie auch lateralwärts, ohne scharfe Grenze aufhörend. In diesem beschränkten Gebiet liegen die Kerne etwas weniger dicht, zeigen theilweise eigenthümlich eckige Formen und scheinen von einer spärlichen Substanz umflossen, welche wenig Karmin gebunden hat und dadurch zuerst die Aufmerksamkeit auf die Stelle hinlenkt.

In den Bogenhälften hat sich die aus der Beschreibung des Embryo VII bekannte Knorpelanlage im dorsalen Bogenstück kräftig weiter entwickelt und steht nun auch mit dem Knorpel des Wirbelkörpers in ganz continuirlicher Verbindung.

Die Sagittalschnitte des Embryo VIII können über diese letztere Beziehung Zweifel bestehen lassen, weil Schnitte, wie der in Fig. VIII, 2 abgebildete, obwohl er schon tief im Wirbelkörper liegt, doch noch eine perichondrale Schicht zeigt, durch welche sich das Gewebe des Bogenknorpels im umgebenden Knorpel des Körpers abgrenzt.

Die Frontalschnitte des Embryo IX geben hier besseren Aufschluss. Wie Fig. IX, 2 zeigt, ist das Gewebe des Bogens und des Körpers in der That continuirlich, nur ein Stück weit greift auf der Grenze beider eine dünne Schicht des perichondralen Bindegewebes hinein, welche noch auf die ursprüngliche Selbständigkeit der beiden Bestandtheile hindeutet. Das knorpelige Bogenstück stellt im Wesentlichen noch einen cylindrischen Stab dar, der lateral- und ein wenig dorsalwärts von der cranial-dorsalen Ecke des Körperknorpels abgeht. Da wo er zwischen den Spinalnerven eingeschlossen liegt, zeigt er eine geringe Abplattung im longitudinalen Durchmesser, weiter lateralwärts schwillt er ein wenig an und endet mit einer dorsal- und caudalwärts vortretenden Verdickung, entsprechend der Gegend, wo sich später die Gelenkfortsätze bilden.

Ausser diesem scharf begrenzten dorsalen Bogensück findet sich in den Bogenhälften kein Knorpelgewebe. Speciell das ventrale Bogenstück, welches seinerseits auch kräftig gewachsen ist zu einer lateral- und caudal-

wärts beträchtlich ausgreifenden Platte, besteht noch durchaus aus dem beschriebenen kernreichen Bindegewebe des primitiven Wirbelbogens. Zwischen dem ventralen und dem dorsalen Bogenstück verläuft die jetzt beträchtlich entwickelte, longitudinale Anastomose der Interprotovertebralarterien, und dadurch, dass das Bogengewebe sowohl medial wie lateral neben dieser Anastomose vom ventralen zum dorsalen Bogenstück durchgreift, kommt dieselbe in eine Oeffnung der Bogenhälfte, ein primitives For. transversarium, zu liegen. Dass diese Anastomose zur Art. vertebralis wird, habe ich schon bei der Besprechung jüngerer Embryonen mehrfach erwähnt; in dem Embryo VIII ist ihre Entwickelung so weit vorgeschritten, dass man ihr wohl bereits ihren definitiven Namen geben darf. Die Interprotovertebralarterien sind zu Intervertebralarterien geworden und gehen als kleine Seitenäste aus dem starken, longitudinalen Gefäss ab. Die cranialwärts letzte derselben, welche dem ersten Cervical-Spinalnerv und dem Occipitalwirbel zugehört, bildet nun die Fortsetzung jenes Gefässes; sie zieht cranialwärts weiter und gelangt an die dorsale Fläche des Occipitalskelets zur Bildung der Art. basilaris.

Der zweite Halswirbel stimmt mit dem geschilderten Verhalten der übrigen Halswirbel in Allem überein, nur dass die hypochordale Spange mächtiger ist als bei jenen, wie ein Blick auf den Holzschnitt und auf Fig. VIII, 1 bestätigt. Auch ist die beschriebene und als Beginn einer Knorpelbildung gedeutete Gewebsdifferenzirung in der Mitte der Spange sowohl deutlicher wie auch etwas umfangreicher als in den caudalwärts benachbarten Anlagen. Sonst ist die Uebereinstimmung eine vollständige.

Merklichere Abweichungen bietet die Anlage des ersten Halswirbels. Zunächst ist die Mächtigkeit der hypochordalen Spange eine noch beträchtlichere als schon im zweiten Wirbel, die Durchmesser derselben betragen:

	Sagittal.	Longitudinal.
erster Halswirbel	0·28mm	0·32mm
zweiter „	0·2 „	0·28 „
dritter „	0·16 „	0·2 „

Auch das Gebiet der knorpeligen Gewebsumwandlung innerhalb der Spange ist noch umfangreicher, es dehnt sich lateralwärts bis in die Ebene des unter Fig. VIII, 2 abgebildeten Sagittalschnittes aus, stellt also, wenn man es in schematisch scharfer Abgrenzung einzeichnet, wie es im Holzschnitt zu Fig. VIII geschehen ist, auch wieder eine transversal gestellte Spange dar. Von dem Knorpelstück im dorsalen Theil der Bogenhälfte bleibt dieselbe aber noch weit entfernt, den Zusammenhang bildet hier, wie in der Bogenhälfte überhaupt das primitive Bogengewebe. In der Selbständigkeit und isolirten Lage des Knorpels im dorsalen Bogenstück,

auch gegenüber dem Knorpel des Wirbelkörpers, besteht die wesentlichste Abweichung des ersten Halswirbels von den caudalwärts folgenden. Dieser Knorpel hat sich, im Vergleich zu dem Befunde bei Embryo VII kräftig entwickelt und stellt einen im longitudinalen Durchmesser etwas comprimirten, dorsalwärts hoch hinaufgreifenden Knorpelstab dar, dessen Form und Dimensionen aus dem Sagittalschnitt Fig. VIII, 4 und aus den Frontalschnitten Figg. IX, 1 und 2 zu ersehen sind. Dass er in keinem Zusammenhang mit dem knorpeligen Wirbelkörper steht, könnte bei der Untersuchung der sagittalen Schnittserie zweifelhaft bleiben, es geht aber mit Bestimmtheit aus der frontalen Serie des Embryo IX hervor. Die grösste Annäherung zwischen dem Knorpel des Bogens und dem Körperknorpel findet sich hier in dem Schnitte, welcher dem in Fig. IX, 1 abgebildeten ventralwärts vorausgeht. Aber auch an der Stelle der grössten Annäherung beträgt der Abstand beider immer noch $0 \cdot 2^{mm}$, und der Zwischenraum ist von dem primitiven Bogengewebe ausgefüllt.

Der knorpelige Wirbelkörper des ersten Halswirbels ist in allen Dimensionen gewachsen, und zwar in allen ziemlich gleichmässig, sodass er im Ganzen die gleiche Gestalt zeigt wie früher. Im Medianschnitt ist er beträchtlich weniger hoch als zu beiden Seiten. Die durch das Anliegen der hypochordalen Spange bedingte Einziehung des cranialen Theiles ist, der bedeutenderen Mächtigkeit der Spange entsprechend, am ersten Wirbel stärker als an den übrigen. Das Gewebe der hypochordalen Spange steht, wie in allen Wirbelanlagen, mit dem perichordalen Theil des primitiven Wirbelbogens in Zusammenhang. Da dieser Theil sich hier nicht zum Lig. intervertebrale differenzirt hat, ist der Zusammenhang gleichmässiger als in den anderen Wirbelanlagen, wo die Längsfasern jenes Ligamentes einen Abschluss bilden. So kommt es, dass der craniale Theil des ersten Wirbelkörpers noch wie in den jüngeren Embryonen an seiner ganzen Oberfläche von primitivem Bogengewebe umgeben ist. Dasselbe nimmt nach dem Occipitalskelet an Dichtigkeit ab, steht aber mit dem Perichondrium desselben in continuirlichem Zusammenhang.

Im Occipitalskelet lässt sich der Occipitalwirbel und der scheinbar ungegliederte Abschnitt auch jetzt noch unterscheiden. Im mittleren Gebiet freilich nicht mehr; der Medianschnitt (Fig. VIII, 1) und die nächstbenachbarten Schnitte zeigen einen durchaus einheitlichen Basilarknorpel von reichlich 2^{mm} Länge. Bereits in der in Fig. VIII, 2 wiedergegebenen Ebene ist dagegen auch im Basilarknorpel die Grenze noch angedeutet durch eine Einziehung der dorsalen und der ventralen Oberfläche des Knorpels und durch eine der ventralen Einziehung anliegende Verdickung des Perichondriums welche lateralwärts mit dem Gewebe des Bogens zusammenhängt. Sehr bestimmt endlich ist die Scheidung gegeben im Bogengebiet, und zwar da-

durch, dass der Bogen des Occipitalwirbels knorpelig ist, die Bogenaequivalente im cranialwärts sich anschliessenden Abschnitte dagegen noch aus dem dichtkernigen, leicht carminisirbaren Geweben bestehen, welches oben als das primitive Bogengewebe bezeichnet worden ist.

Dass der knorpelige Bogen des Occipitalwirbels dem dorsalen Bogenstück der Halswirbel homolog ist, geht aus seiner Beziehung zum Körperknorpel hervor. Er tritt nämlich an diesen von der dorsalen Seite her, gerade auf der Grenze zwischen dem Körper des Occipitalwirbels und dem cranialwärts sich anschliessenden Theil des Basilarknorpels heran. In der Gegend der Vereinigung, d. h. auf dem in Fig. VIII, 3 abgebildeten und den benachbarten Schnitten, sind die drei Bestandtheile innerhalb der Knorpelmasse durch die Stellung der Zellen und das oberflächliche Eingreifen des Perichondriums deutlich zu unterscheiden, der Knorpel des Bogens bildet einen dorsalwärts gerichteten Buckel. Weiter lateralwärts, wo er aus der Körpermasse frei hervortritt, stellt er zunächst noch einen etwas comprimirten Knorpelstab, ähnlich den knorpeligen Bogenstücken der Halswirbel dar, erst in der Gegend, welcher die Fig. VIII, 4 entnommen ist, verbreitert er sich und greift als umfängliche Knorpelplatte zwischen die Ganglien des ersten Halsnerven und des Hypoglossus hinauf. Seine caudale Oberfläche ist frei, d. h. nur von einer perichondralen Gewebsschicht überzogen, an seine craniale Fläche dagegen schliesst sich unmittelbar der noch nicht verknorpelte Bogentheil des scheinbar ungegliederten Occipitalskelets. Auf der Grenze beider tritt die caudale Wurzelgruppe des Hypoglossus durch, weiter cranialwärts in gesonderten Canälen die mittlere und die vordere Gruppe. Durch diese drei Hypoglossuswurzeln, welche ja drei occipitale Spinalnerven repräsentiren, ist noch eine Andeutung der Gliederung im vorderen Abschnitt des Occipitalskelets gegeben, aber auch nur durch diese. In der Umgebung davon und weiter cranialwärts findet sich eine ganz gleichmässige Bindegewebsplatte, welche die knorpelige Grundlage des Occipitalskelets continuirlich ergänzt, den cranial-lateralen Rand des letzteren bildet und als solcher die Vagusgruppe sowie, weiter cranialwärts, die Gehörkapsel theilweise umfasst. Diesen beiden Nachbargebilden entsprechen die zwei concaven Einziehungen, welche der Rand des Occipitalskelets in der Frontalprojection (Holzschnitt zu Fig. VIII) zeigt. Der vordere Theil des Basilarknorpels, in dem Umfange als dieser zwischen den beiderseitigen Gehörkapseln in der Mitte liegt, ist, wie sich ebenfalls aus der Projection ergiebt, sehr schmal. Am vorderen Ende hört er nicht in einer scharfen Grenze auf, sondern unbestimmt. Im Medianschnitt (Fig. VIII, 1) reicht der Knorpel an der dorsalen Seite der Chorda etwas weiter als an der ventralen und verliert sich dann rings um die Chorda her in ein Gewebe wie es sich im Verlauf der Untersuchung wiederholt an Stellen fand, wo später Knorpelgewebe auftritt,

und welches deshalb wohl als vorknorpeliges Gewebe bezeichnet werden kann. Dasselbe geht cranialwärts allmählich in dichtkerniges Bindegewebe über, welches vorläufig noch fast ausschliesslich die Schädelanlage zusammensetzt. Die Charaktere des hyalinen Knorpels bieten zunächst nur die beschriebenen Knorpeltheile im Occipitalskelet deutlich dar.

Rindsembryo X. Körperlänge 22·5 mm.

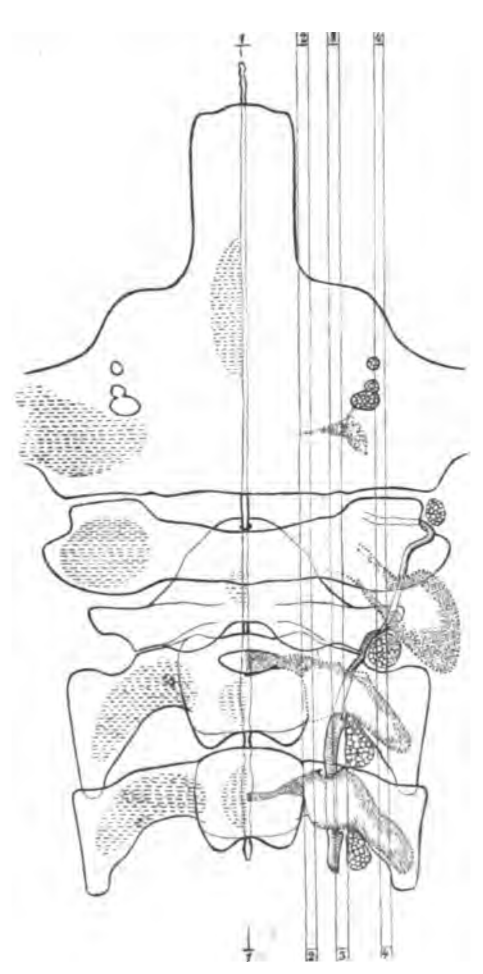
(Taf. III, Fig. X.)

Der Embryo zeigt gegenüber den zuletzt besprochenen Embryonen einen bedeutenden Fortschritt des allgemeinen Entwickelungszustandes. Er sollte streng genommen nach der von His (14. II. S. 44) praecisirten Terminologie überhaupt nicht mehr Embryo, sondern Foetus genannt werden, da die Configuration des Gesichtes vollendet, die Extremitäten gegliedert und der Habitus des Rindsfoetus kenntlich erscheinen. Er steht aber dem Beginne der foetalen Periode noch sehr nahe, da dieser nach dem mir vorliegenden Materiale zu urtheilen, beim Rinde in eine Zeit fällt, wo die Körperlänge ungefähr 20 mm beträgt. Die Nackenkrümmung geht in dieser Zeit merklich zurück, wodurch der grösste Körperdurchmesser vom Nackenhöcker, welcher mehr und mehr schwindet, in den Mittelhirnhöcker verlegt und zugleich stärker vergrössert wird, als dem Wachsthum an und für sich entsprechen würde. Er beträgt bei dem zur Untersuchung stehenden Object 22·5 mm.

Der Embryo wurde hinter der Vorderextremität quer durchtrennt und das Kopfstück sodann in eine rein sagittale Schnittserie zerlegt, aus welcher ich vier Schnitte unter Figg. X, 1—4 einzeln abbilde. Die Gesammtgestalt des uns interessirenden Skeletabschnittes ist aus dem umstehenden Holzschnitt zu ersehen, in welchem auch die Lage jener Schnitte angegeben. Derselbe stellt eine durch Projection auf die Frontalebene gewonnene Ventralansicht dar, bei deren Herstellung das Constructionsfeld in drei Abschnitte je mit besonderer, genau frontaler Projectionsebene getheilt war; ein Abschnitt umfasst die Occipitalregion, einer den ersten und zweiten Halswirbel, und einer den dritten Halswirbel. Die Ansicht zeigt diese Skelettheile demnach so, als ob die Körperaxe in eine gerade Linie gestreckt wäre.

Der Entwickelungszustand der Wirbelsäule ist jetzt unzweifelhaft als der definitive zu bezeichnen: die hypochordale Spange ist geschwunden, das Lig. intervertebrale scharf begrenzt, und der Wirbel stellt eine aus Körper und Bogen bestehende Knorpeleinheit dar, innerhalb deren durch Vergrösserung der Knorpelzellen die Centren späterer Knochenbildung bereits angedeutet sind.

Die Chorda dorsalis zeigt im Wesentlichen noch dasselbe Verhalten wie in den Embryonen VIII und IX. Wo sie von Knorpel umgeben ist, da kann die Chordascheide nicht mehr mit Bestimmtheit unterschieden werden, der Zellenstrang der Chorda liegt hier innerhalb eines vom Knorpelgewebe selbst begrenzten Canales, und zwar gilt dies für den Occipitalknorpel so gut wie für die Wirbelkörper. In den intervertebralen Bandscheiben ist die Chordascheide noch erhalten, am deutlichsten erscheint sie in dem intervertebralen Raum zwischen erstem Halswirbel und Occipitale. Hier füllt auch der Zellenstrang zum Unterschied von seinem Verhalten in den Zwischenwirbelscheiben, die Scheide noch prall aus, die Chorda hat sich also an dieser Stelle in einem früheren Entwickelungsstadium forterhalten. Im Occipitalknorpel und im Körper des ersten Halswirbels finden sich keine Anschwellungen der Chorda. Vom zweiten Halswirbel ab caudalwärts zeigt sie dagegen regelmässige Dickenunterschiede, in der Art, dass die dünnsten Stellen (0·02 mm) in den Bandscheiben, die dicksten (0·055 mm) in der Körpermitte liegen. Ausser den letzteren Anschwellungen finden sich aber in jedem Wirbelkörper noch zwei Verbreiterungen geringeren Grades (0·035 mm), die ihre Lage am cranialen und am caudalen Ende des Wirbelkörpers, also in unmittelbarer Nachbarschaft der intervertebralen Einschnürung haben und diese letztere noch augenfälliger machen.



Holzschnitt zu Fig. X.

Frontalprojection aus sagittaler Serie construirt, Ventralansicht. Vergr. 20fach. Linkerhand sind die Rippenanlagen und Spangenreste weggelassen, und durch horizontale Strichelung die Verknöcherungszonen eingetragen. Rechts Rippenanlagen punktirt und die Lage der Nerven und der A. vertebralis angegeben.

Der Wirbelkörper ist, im Vergleich mit den zuletzt beschriebenen Embryonen vorzugsweise im sagittalen Durchmesser gewachsen. Die Gestalt ist nicht wesentlich verändert; die Medianschnitte Fig. VIII, 1 und Fig. X, 1 zeigen in übereinstimmender Weise, dass die Knorpelmasse im caudalen Theil des Wirbelkörpers ventralwärts von der Chorda, im cranialen Theil dagegen dorsalwärts mächtiger ist. Das entspricht der oben wiederholt erwähnten Verjüngung des cranialen Theils an seiner ventralen und lateralen Fläche, jener Verjüngung, welche durch die Lage der hypochordalen Spange bei den jüngeren Embryonen motivirt war. Im vorliegenden Objecte zeigt sich die hypochordale Spange nun zwar beträchtlich zurückgebildet, besonders in der Nähe der Medianebene, aber ein Rest ist auch im Medianschnitt noch nachzuweisen an derselben Stelle, wo das Gebilde bei den jüngeren Embryonen lag, in inniger Verbindung mit dem ventralen Rand der Bandscheibe. Lateralwärts kann dieser Rest durchverfolgt werden bis in die Bogenhälften, und zwar rückt er auf diesem Wege, ebenso wie bei jüngeren Embryonen, allmählich etwas cranialwärts. Er geht verbreitert in das Perichondrium der Bogenhälfte und zwar des ventralen Bogenstückes über. Denn dieses Bogenstück, welches bei den zuletzt beschriebenen Embryonen noch bindegewebig war, d. h. aus dichtkernigem, leicht carminisirbaren Gewebe bestand, wie solches für den primitiven Wirbelbogen charakteristisch war, dieses ventrale Bogenstück ist jetzt auch knorpelig und steht sowohl mit dem Körper wie auch mit dem dorsalen Bogenstück in continuirlich knorpeligem Zusammenhang. Die Art. vertebralis liegt in Folge dessen jetzt in einem allseitig von Knorpel umschlossenen For. transversarium. Ueber die Gestalt der Bogenhälfte giebt der Holzschnitt zu Fig. X nur eine unvollständige Anschauung, weil derselbe eben im Wesentlichen nur die frontale Contour, aber keine Modellirung der Oberfläche enthält. Hier muss die Combination der Einzelschnitte zu Hülfe kommen, dann ergiebt sich, dass das dorsale Stück (der eigentliche Wirbelbogen) auch da wo es mit dem ventralen in knorpeligem Zusammenhang steht, sich doch deutlich abgrenzen lässt, und dass es bis in die Sagittalebene der durchtretenden Spinalnerven als rundlicher Arm lateral- und ein wenig dorsalwärts hinausgreift. Von da ab wird es mächtiger durch Vergrösserung des longitudinalen Durchmessers, und da es sich gleichzeitig ein wenig caudalwärts neigt, so entsteht ein in das Niveau des nächstfolgenden Wirbels herabgreifender Fortsatz. Derselbe liegt mit seinem Ende dorsalwärts über dem cranialen Rand des nächstfolgenden Bogens, beide stehen durch dichtes Bindegewebe mit einander in Verbindung, eine Syndesmose darstellend, welche an der Stelle des späteren Bogengelenkes liegt. In dieser Verbindung erreicht das dorsale Bogenstück sein Ende, denn der zwischen den Spinalganglien zur Umwölbung des Rückenmarkes hinaufgreifende

Bogenschenkel ist nur durch einen kleinen Höcker angedeutet, welcher mehr lateral- als dorsalwärts vortritt und als Stütze für Derivate der Muskelplatten functionirt. Das ventrale Bogenstück (Rippenaequivalent) besteht, wie erwähnt, aus Knorpelgewebe, welches aber, entsprechend seiner späten Entstehung, sich auch als jünger kennzeichnet durch kleinere Knorpelzellen und unbestimmte Abgrenzung vom Perichondrium. Die Gestalt ergiebt sich ziemlich gut aus Vergleichung der drei Schnitte Figg. X, 2 bis 4. Der erste derselben hat die Wurzel der Bogenhälfte am Körper getroffen, der letzte liegt aussen, wo dorsales und ventrales Bogenstück schon wieder getrennt sind und letzteres als caudalwärts geneigte Platte schräg zwischen die Muskeln eingreift. Der mittlere der drei Schnitte (Fig. X, 3) hat den Canalis transversarius gestreift und zeigt einen Fortsatz im Längsschnitt, der sich in dieser Gegend aus dem Knorpel des ventralen Bogenstückes erhebt und schwach gekrümmt, schräg ventral- und lateralwärts gerichtet den zum Longus capitis verschmelzenden Bestandtheilen der Muskelplatten zur Befestigung dient. Dieser Fortsatz kommt auch bei der Verknöcherung später wieder zur Ausbildung, und zwar am menschlichen Halswirbel sowohl wie bei Wiederkäuern, als obere (craniale) Zacke des Proc. costarius. Die untere, caudal-laterale Zacke ist in der knorpeligen Anlage des vorliegenden Embryo ebenfalls gegeben, und zwar durch den distalen Theil des ventralen Bogenstückes, welches, wie soeben erwähnt, schräg lateral- und caudalwärts zwischen die Derivate der Muskelplatten eingreift.

Die bisherige Schilderung galt für die Halswirbel im Allgemeinen unter specieller Beziehung auf den dritten und vierten, welche in den Abbildungen noch mit enthalten sind. Der zweite Halswirbel verhält sich im Wesentlichen ebenso, nur in einem Punkt weicht er ab: seine hypochordale Spange ist nicht in dem Grade zurückgebildet wie die der caudalwärts folgenden Wirbel, im Gegentheil, die knorpelige Differenzirung, die bei dem Embryo VIII sich in den Spangen aller Wirbelanlagen angedeutet fand, hat in der Spange des zweiten Wirbels ein wohlbegrenztes Knorpelstück geliefert. Dasselbe ist in der Medianebene am mächtigsten (Fig. X, 1), nach beiden Seiten verjüngt es sich spindelförmig und geht ohne scharfe Grenze in dunkler karminisirtes Gewebe über, durch welches es mit dem ventralen Bogenstück in Verbindung steht in derselben Weise wie die Spangenreste der übrigen Anlagen. In seinen Lagebeziehungen entspricht dieser Spangenknorpel jenen Resten durchaus. Er liegt an dem ventralen Rande der intervertebralen Bandscheibe, in deren Gewebe sich sein Perichondrium unmittelbar fortsetzt, und nimmt am Wirbelkörper die Einziehung der ventralen Oberfläche ein, in welcher auch bei jüngeren Embryonen die hypochordale Spange ihren Platz fand. Ein direkter Zu-

sammenhang des Spangenknorpels mit dem Knorpel des Wirbelkörpers besteht nicht.

In ganz anderer und wirklich tiefgreifender Weise weicht der erste Halswirbel von dem allgemeinen Verhalten ab, und auch in dem Entwickelungszustand sind die Veränderungen im Vergleich mit dem Befunde bei den Embryonen VIII und IX, beträchtliche. Vielleicht die auffallendste derselben ist die Gestaltveränderung des Wirbelkörpers.

Während bei jenen zuletzt beschriebenen Embryonen der Körper des ersten Halswirbels zwar breiter als die caudalwärts folgenden, sonst aber denselben durchaus ähnlich war (Holzschn. z. Fig. VIII), zeigt sich derselbe jetzt (Holzschn. z. Fig. X) in seinem cranialen Theil kegelförmig verjüngt, im caudalen Abschnitt dagegen ganz beträchtlich verbreitert. Der Medianschnitt (Fig. X, 1) lässt von dieser Gestaltveränderung nichts vermuthen, vergleicht man ihn mit dem Medianschnitt Fig. VIII, 1, so scheint es, dass sich das in Rede stehende Skeletstück in allen Durchmessern ziemlich gleichmässig vergrössert hat, seine Beziehungen zu der Umgebung durchaus unverändert beibehaltend. Und so bleibt das Bild auch in den lateralwärts sich anschliessenden Sagittalschnitten. Erst 0·16 mm von der Medianebene entfernt beginnt die Veränderung; der longitudinale Durchmesser nimmt von hier lateralwärts stetig ab, entsprechend der kegelförmigen Verjüngung des cranialen Theiles, und gleichzeitig tritt an der ventralen Fläche des caudalen Abschnittes ein Fortsatz auf (Fig. X, 2), welcher zwischen jenem verjüngten Theil und den Bestandtheilen des caudalwärts benachbarten Wirbels wie ein Gesims vorspringt. In einer Entfernung von 0·6 mm von der Medianebene ist von dem kegelförmig verjüngten Theile nichts mehr übrig, und von hier an setzt sich das Gesims dorsalwärts fort, derart dass es die Basis des Kegels an dessen lateralem Umfange vollständig umgiebt. Das Lig. intervertebrale zwischen erstem und zweitem Halswirbel ist noch wohl erhalten, und in seinem Bereich bleiben die Knorpelmassen der beiden Wirbelkörper infolgedessen in einem Abstande von ungefähr 0·08 mm durch fibröses Gewebe von einander getrennt. Wo dagegen der verbreiterte Körper des ersten Halswirbels über das eigentliche Körpergebiet hinausreicht, da legt er sich den Bestandtheilen der zweiten Wirbelanlage innig an, nur durch eine dünne, ungefähr 0·02 mm messende Schicht perichondralen Gewebes von denselben geschieden. Der in Fig. X, 2 abgebildete Schnitt ist gerade neben den seitlichen Rand der Bandscheibe gefallen, 0.36 mm von der Medianebene entfernt, und zeigt die nahe Aneinanderlagerung der beiden Wirbel. Auf diese Weise lagert sich der Körper des ersten Halswirbels auf alle Bestandtheile der Bogenhälfte des zweiten, auf den Spangenrest sowohl wie auf das ventrale und das dorsale Bogenstück. Von dem in Fig. X, 3 abgebildeten Schnitte ab lateralwärts, also von der Gegend ab,

wo das Gesims sich dorsalwärts wendet, um die Basis des kegelförmigen Theiles herum, erreicht dasselbe nicht mehr das ventrale, sondern nur das dorsale Bogenstück. Auf diesem aber ruht es bis in eine Entfernung von 0·75^{mm} von der Medianebene, wo der Stamm des zweiten Cervical-Spinalnerven sich zwischen beide Bestandtheile drängt (s. d. Holzschn.). Ueber diesen Nerven wölbt sich die Knorpelmasse des ersten Wirbelkörpers noch wie eine Console nach aussen (Fig. X, 4) und endigt hier in einem Abstande von 1^{mm} von der Medianebene, so dass der Körper des ersten Halswirbels in diesem verbreiterten caudalen Abschnitt eine Gesammtbreite von 2^{mm} erreicht. Die cranialwärts schauende Fläche des soeben als „Gesims" beschriebenen Fortsatzes am ersten Wirbelkörper ist annähernd eben wie die Oberfläche einer zum Tragen bestimmten Console. Und zu der Function des Tragens bereitet sich ja der in Rede stehende Theil auch vor. Cranialwärts benachbart liegt seiner Oberfläche eine ganz entsprechend ebene Knorpelfläche in einem durchschnittlichen Abstand von 0·15^{mm} gegenüber, die caudalwärts schauende Fläche des zu derselben Wirbelanlage gehörigen Wirbelbogens.

In dem Embryo VIII bestand der Bogen des ersten Halswirbels noch zum grösseren Theil aus dem oben als primitives Bogengewebe bezeichneten Gewebe; die hypochordale Spange zeigte im Inneren dieses Gewebes eine Modificirung wie sie der Umwandlung in hyalinen Knorpel vorauszugehen pflegt; nur in dem dorsalen Bogentheil war ein Stück solchen Knorpels bereits vorhanden. In dem jetzt zur Untersuchung vorliegenden Embryo X dagegen besteht die hypochordale Spange in ihrem ganzen Umfange aus Knorpel und steht nicht nur mit dem dorsalen Bogenstück in continuirlich knorpeligem Zusammenhang, auch das ventrale Bogenstück ist zum grössten Theil in Knorpel umgewandelt und befindet sich mit der Spange in Continuität. In der ersten Halswirbelanlage hat sich demnach der gesammte primitive Wirbelbogen mit alleiniger Ausnahme des perichordalen Theiles erhalten und in hyalinen Knorpel umgewandelt, wodurch sich diese Wirbelanlage von allen übrigen unterscheidet. Die auf diese Weise hergestellte Knorpeleinheit zeigt bereits sehr beträchtliche Dimensionen. Die knorpelige Spange übertrifft im longitudinalen wie im sagittalen Durchmesser die früher an derselben Stelle gelegene primitive Spange. Ganz besonders mächtig ist die Bogenhälfte angeschwollen, und zwar vorzugsweise in dem Wurzeltheil derselben, welcher einerseits mit der Spange in Verbindung steht, andererseits den beiden Bogenstücken, dem ventralen sowohl wie dem stärkeren dorsalen, zum Ursprung dient. Es ist der Theil, der bei den übrigen Wirbeln zwischen dem Körper und der Art. vertebralis liegt, welchem Verhältniss es entspricht, dass im Bereich des ersten Wirbels diese Arterie beträchtlich lateralwärts verdrängt erscheint. Das For. transversarium liegt im ersten Wirbel ungefähr 0·45^{mm} weiter von der Medianebene entfernt

als im dritten, eine Dislocation, welche zum Theil auf Rechnung der Vergrösserung dieses Wurzeltheils kommt, zum Theil freilich schon dadurch bedingt ist, dass die Bogenhälfte gar nicht in Verbindung mit dem Wirbelkörper tritt, sondern sich überall in einem Abstande von 0·1 bis 0·15 mm von der Oberfläche desselben entfernt hält.

Was die gegenseitige Lagebeziehung zwischen Körper und Bogen im ersten Halswirbel anlangt, so knüpft diese unmittelbar an das frühere Verhalten der Theile in allen Wirbelanlagen an. In Entwickelungszuständen, wie sie sich in den Embryonen VI und VII fanden, zeigt der knorpelige Wirbelkörper eine im Allgemeinen konische Verjüngung seines cranialen Theiles, und dieser verjüngte Theil wird an seiner ventralen und lateralen Fläche umfasst von dem noch aus primitivem Bogengewebe bestehenden Wirbelbogen. Die Uebereinstimmung der Sachlage in dem ersten Halswirbel des Embryo X springt in die Augen. Alles ist zwar massiger und in Folge der vollendeten Knorpelbildung schärfer begrenzt, aber die eigentliche Situation ist dieselbe. Der Wirbelkörper ist ein konisch verjüngter Zapfen mit beiderseits gesimsartig vorspringender Verbreiterung an seiner Basis. Der Zapfen wird ventral und lateral umfasst von dem Wirbelbogen, welcher sich beiderseits in die von Zapfen und Gesims gebildete Hohlkehle einschmiegt, nur in der Mitte, wo das Gesims fehlt, frei vortritt. Auf diese Weise sind nun zwischen Bogen und Körper des ersten Halswirbels zwei Berührungsflächen vorbereitet zu späterer Gelenkbildung: in der einen würde die ventrale und laterale Fläche des Zapfens mit der dorsalen und medialen des Bogens zusammentreten, in der anderen die cranialwärts schauende Gesimsfläche die caudale Fläche des Bogens aufnehmen. Zwar ist von Anlage eines Gelenkspaltes selbstverständlich noch keine Rede, sondern die Knorpeltheile stehen durch Bindegewebe in geschlossenem Zusammenhang untereinander. Gleichwohl ist die Gegend der späteren Gelenkbildung kenntlich dadurch, dass hier die Knorpelzellen an den Oberflächen deutlicher abgeplattet sind und das anliegende Bindegewebe dichter und parallelfaserig angefügt, das den Zwischenraum bis zur gegenüberliegenden Knorpelfläche ausfüllende Bindegewebe dagegen auffallend locker und durchsichtig erscheint. Am deutlichsten sind diese Differenzirungen zwischen Bogen und Gesims des Körpers, wie in den Figg. X, 2 und 3 auch angedeutet; zwischen dem Bogen und dem Zapfen des Körpers liegt eine mehr gleichmässige Bindegewebschicht. Diese setzt sich in der Gegend, wo der Bogen dorsalwärts weiterziehend sich vom Körper mehr entfernt, selbständig auf die dorsale Fläche des letzteren fort und darf wohl als das Material betrachtet werden, aus welchem später das Lig. transversum atlantis hervorgeht. Nach dem cranialwärts benachbarten Occipitalknorpel zu grenzt sich dieses dichtere Gewebe in einer der Oberfläche dieses Knorpels gleichlaufenden Fläche ab,

sodass auf den Sagittalschnitten (Fig. X) der Eindruck entsteht, als ob sich die Bildung eines Gelenkes mit Pfanne und Kopf vorbereite.

Das Occipitalskelet des Embryo X lässt von der bei den jüngeren Embryonen geschilderten Zusammensetzung aus einem einzelnen „Occipitalwirbel“ und einem cranialwärts an diesen sich anschliessenden, „scheinbar ungegliederten Abschnitt“, nur noch undeutliche Spuren erkennen. Es ist zu einer umfangreichen Knorpeleinheit geworden (s. d. Holzschn. z. Fig. X), in welcher der Körperbezirk von dem Gebiet der Bogen sich lediglich durch die Canäle des Hypoglossus, d. h. der occipitalen Spinalnerven, abgrenzt. Deren sind immer noch drei zu unterscheiden, doch erscheinen die beiden caudalwärts gelegenen so nahe aneinander gerückt, dass ihre Verschmelzung schon begonnen hat und damit die Herstellung der zwei Canäle vorbereitet ist, wie sie sich typischerweise auch im knöchernen Wiederkäuerschädel vorfinden. Der Körperbezirk, welcher seiner ganzen Länge nach von der Chorda dorsalis in S-förmiger Krümmung durchsetzt wird (Fig. X, 1), zeigt einen schmaleren cranialen Abschnitt und einen breiteren caudalen (vergl. den Holzschnitt). Der erstere liegt zwischen den Gehörkapseln, es ist derselbe Theil, der bei Embryo VIII erst äusserst schmal bei Embryo VII noch gar nicht vorhanden war oder wenigstens noch kein Knorpelgewebe enthielt. Dieser Theil bildet sich also sehr spät, viel später als der breitere, caudale Abschnitt, welcher sich zu gleicher Zeit wie sämmtliche Wirbelkörper knorpelig differenzirt und dementsprechend bereits bei den Embryonen IV, V und VI angelegt war. Bei diesen jüngeren Embryonen entspricht auch seine Breite ungefähr der Breite der Wirbelkörper, speciell der Breite des Körpers der ersten Halswirbelanlage, und mit dieser kommt er auch in dem vorliegenden Embryo annähernd überein.

Die spurweise Abgrenzung des Occipitalwirbels, welche vorhin erwähnt wurde, besteht lediglich in einer schwachen Einziehung der Knorpeloberfläche, der dorsalen sowohl wie der ventralen, und in einer unbedeutenden Verdickung des Perichondriums an letzterer Stelle, wie solche in den Figg. X, 2 und 3 wiedergegeben und auch in dem Holzschnitt angedeutet ist. Aus diesen Abbildungen kann auch entnommen werden, dass der Körperbezirk des Occipitalskelets, speciell der Körper des Occipitalwirbels, lateralwärts bis über die Bogenhälften des ersten Halswirbels hinausreicht und hier (Fig. X, 3) an der Bildung des Gelenkes theilzunehmen sich anschickt, was für die Beurtheilung der Articulatio atlanto-occipitalis von Interesse ist. Der Zusammenhang des Bogengebietes mit dem Körperbezirk ist ein ganz continuirlicher. Die Hauptmasse des Bogengebietes scheint von dem Bogen des Occipitalwirbels geliefert zu werden, die Bogenaequivalente des cranialwärts sich anschliessenden, scheinbar ungegliederten Abschnittes bilden einen schmalen, zugeschärften Rand, der lateralwärts bald endigt, in den

Rand des occipitalen Wirbelbogens übergehend. Beide zusammen bilden eine concave Einziehung am Rande des Occipitalskeletes, in welcher die Stämme des Vago-Accessorius und Glossopharyngeus ihren Platz finden, wie in der vorderen Einziehung die Gehörkapsel.

Es ist nun noch hinzuzufügen, dass in dem Embryo X die Knochenbildung in der knorpeligen Wirbelsäule vorbereitet ist durch Aufblähung der Knorpelzellen in bestimmten Bezirken. Durch Feststellung dieser Bezirke konnte daher die Lage der späteren Knochenkerne festgestellt und ein Eingehen auf ältere Stadien entbehrlich gemacht werden.

In dem Holzschnitt zu Fig. X habe ich diese Bezirke vergrösserter Knorpelzellen in der (vom Beschauer) linken Hälfte der Zeichnung durch horizontale Strichelung eingetragen, in den Einzelabbildungen sind sie durch Füllung der betr. Stelle mit kleinen Kreisen angedeutet. Es ergiebt sich, dass die Knochenkerne der Wirbelkörper sowohl wie der dorsalen Bogenstücke vorgezeichnet sind. In der ersten Halswirbelanlage ist der Bezirk im Körper weniger umfangreich als in den übrigen Halswirbeln, der Bezirk des Bogens liegt in dem mächtig vergrösserten Wurzeltheil der Bogenhälfte. Im Occipitalskelet findet sich ein ziemlich ausgedehnter Bezirk ungefähr in der Mitte des gesammten Körpergebietes, ein gesonderter Bezirk im Körper des Occipitalwirbels, nach welchem ich gesucht habe, ist dagegen nicht nachzuweisen. Umgekehrt verhält sich's im Bogengebiet, hier liegt ein umfangreicher Bezirk in dem als Bogen des Occipitalwirbels zu unterscheidenden Theile und trägt zur selbständigen Charakterisirung dieses Theiles wesentlich mit bei (Fig. X, 4), in dem cranialwärts sich anschliessenden, dem scheinbar ungegliederten Abschnitte des Occipitalskeletes zugehörigen Bogengebiet dagegen findet sich keine Andeutung. Die Lage der Verknöcherungsbezirke giebt demnach über die Gliederung des Occipitalskeletes keine Aufschlüsse, nach ihr allein zu urtheilen, würde man dasselbe für ein einfaches Skeletstück halten können; im Körpergebiet sowohl wie im Bogengebiet tritt der Verknöcherungsbezirk in demjenigen Theile auf, der der umfangreichste ist.

Rindsembryo von 26·0 mm Körperlänge.

Der Embryo schliesst sich in seinem allgemeinen Entwickelungszustand an den Embryo X noch ziemlich nahe an. Sein grösster Durchmesser liegt zwischen Mittelhirn und Steisshöcker und beträgt 26·0 mm. Der Kopf wurde in eine sagittale Schnittserie zerlegt. Der Entwickelungszustand der Wirbelsäule stimmt mit demjenigen bei Embryo X in allem Wesentlichen derart überein, dass ich eine Vorführung des Embryos in Abbildung oder eingehender Beschreibung nicht für angezeigt halte. Nur einige Punkte möchte ich hervorheben.

Was zunächst die Chorda dorsalis anlangt, so findet sich eine die Mitte des Wirbelkörpers einnehmende Verdickung, wie sie in der Halswirbelsäule des Embryo X allgemein bestand, nur noch im zweiten Halswirbel. Im Bereiche des dritten und vierten bleibt sich der Durchmesser im vertebralen und intervertebralen Gebiete ziemlich gleich. Vom fünften Halswirbel ab caudalwärts liegt eine spindelförmige Anschwellung auf jeder Wirbelgrenze, dieselbe zeigt aber zwei Stellen grösster Mächtigkeit, welche, wie die bei Embryo X schon gefundenen Verdickungen je in der Höhe der cranialen und der caudalen Grenzfläche der betreffenden Bandscheibe gelegen sind. Dazwischen, also in der Mitte der Bandscheibe, zeigt die Spindel eine leichte Einziehung und dem entsprechend sind die Zellen der Chorda dichter zusammengedrängt und dunkler gefärbt. Durch die Wirbelkörper zieht der Chordastrang in ziemlich gleichmässiger Stärke, eine eigentliche Einschnürung ist nicht vorhanden. Der ganze Zustand der Chorda schliesst sich demnach an denjenigen bei Embryo X durchaus an, und ist noch weit entfernt von der Anordnung wie sie sich später bei der Verknöcherung der Wirbel herstellt: Einschnürung in der Wirbelmitte und allmähliche Zusammendrängung der Zellenmasse in der Mitte des Lig. intervertebrale. Dementsprechend zeigt sich auch der zur Verknöcherung vorbereitende Process in den knorpeligen Wirbelkörpern im Vergleich mit Embryo X kaum vorgerückt.

Ueber den Entwickelungszustand der Halswirbelsäule im Allgemeinen ist nichts zu sagen, derselbe ist nahezu identisch mit demjenigen des Embryo X. Von den beiden ersten Halswirbeln dagegen sind geringfügige Veränderungen zu verzeichnen.

Die hypochordale Spange des zweiten Halswirbels zeigt kein hyalines Knorpelgewebe mehr wie im Embryo X. An der Stelle, wo sich dieses dort fand, liegt jetzt im Gegentheil ein dichtes, dunkel carminisirtes Bindegewebe, und dadurch ist die Spange immer noch als besonderes Gebilde kenntlich. Sie zeigt in den sagittalen Schnitten einen ungefähr dreiseitig prismatischen Querschnitt, ähnlich dem des hyalinen Knorpelstückchens im Embryo X, mit einer dorsalwärts gerichteten Kante lehnt sie an der ventralen Fläche des Wirbelkörpers und steht sowohl mit dem Perichondrium an dieser Stelle, als auch mit dem bis hier herab reichenden ventralen Rande der zugehörigen Zwischenwirbelscheibe in Zusammenhang. Lateralwärts ist sie, allmählich verjüngt, bis auf eine Entfernung von 0·25 mm von der Medianebene zu verfolgen, jedoch nicht weiter, sodass ein Zusammenhang mit dem ventralen Bogenstück, wie bei Embryo X, nicht mehr besteht.

Eine weitere Veränderung zeigt sich darin, dass die knorpeligen Körper des ersten und des zweiten Wirbels in einem seitlichen Gebiet vollkommen mit einander verschmolzen sind. In der Umgebung der Chorda findet sich

eine intervertebrale Bandscheibe, die hinsichtlich ihrer histologischen Beschaffenheit den übrigen Bandscheiben sehr ähnlich ist. Lateralwärts reicht dieselbe aber nur ungefähr eben so weit wie der beschriebene Spangenrest; in einer sagittalen Ebene, die etwa 0·25 mm von der Medianebene entfernt ist, endigt sie mit zugeschärftem Rande. Von hier ab lateralwärts ist die Grenze zwischen beiden Wirbeln auf Sagittalschnitten nur noch durch eine unbedeutende Verdickung des Perichondriums markirt, im Uebrigen besteht ein vollkommen continuirlicher, knorpeliger Zusammenhang, zuerst zwischen den beiden Körpern, und weiter lateralwärts zwischen dem verbreiterten Körper des ersten und den Bogenhälften, speciell den dorsalen Bogenstücken des zweiten Wirbels. Erst in einer Entfernung von 0·75 mm von der Medianebene trennen sich die beiden Bestandtheile wieder von einander, und zwar deshalb, weil hier der Stamm des zweiten Cervical-Spinalnerven in sagittaler Richtung herabverläuft, über welchen sich der verbreiterte Körper des ersten Wirbels lateralwärts hinauswölbt, wie es von Embryo X oben beschrieben wurde.

Der erste Wirbelkörper des vorliegenden erscheint im Vergleich zu dem des vorher beschriebenen Embryos in stärkerem Verhältniss gewachsen, als die benachbarten Theile der Wirbelsäule; die longitudinalen Durchmesser betragen im medialen, zapfenartig sich erhebenden Theile bei Embryo X 0·68, bei dem vorliegenden 0·8 mm, und in dem lateralen, gesimsartig vorspringenden Theile früher 0·28, jetzt 0·4 mm.

Auch das knorpelige Occipitalskelet ist ziemlich beträchtlich gewachsen, sein longitudinaler Durchmesser beträgt auf dem Medianschnitt 3·0 mm gegen 2·5 mm bei Embryo X. In der Nähe der Mittellinie erreicht es mit seinem cranialen Ende nahezu das knorpelige Sphenoidalskelet, beide sind aber noch durch Bindegewebe von einander getrennt. Auf der Grenze beider liegt das craniale Ende der Chorda dorsalis.

Zusammenfassende Darstellung und Discussion.

I. Halswirbelsäule.

Ueberblicken wir die im Einzelnen geschilderten Entwickelungsvorgänge nun in ihrem Zusammenhang, so zeigt sich, dass die drei Perioden, welche ich für die Entwickelung der Wirbelsäule bei Hühnerembryonen aufgestellt habe (5. S. 222), sich auch bei Säugethierembryonen unterscheiden lassen. Zwar in der Charakterisirung derselben im Einzelnen bestehen gewisse Abweichungen zwischen den beiden Wirbelthierklassen. Darin aber stimmen beide überein, dass das embryonale Axenskelet nach einander zwei An-

ordnungen darbietet, welche jede in ihrer Art geeignet erscheinen, den an ein Axenskelet herantretenden Aufgaben möglicherweise genügen zu können. Zwischen diese beiden Anordnungen dagegen fällt eine Periode des Ueberganges der einen in die andere, während welcher die Bedingungen einer eventuellen Funktionsfähigkeit nur ungenügend gegeben zu sein scheinen.

Ich nenne diese drei Perioden den primitiven Zustand, die Uebergangsperiode und den definitiven Zustand der Wirbelsäule, und werde dieselben im Folgenden nach Befunden bei Wiederkäuerembryonen in den Hauptzügen kennzeichnen. Für die Begründung der hierbei kurz nebeneinander zu stellenden Sätze verweise ich auf die obenstehenden Ausführungen des speciellen Theiles.

Primitiver Zustand. (Hierzu Taf. I u. Holzschnitt auf S. 78).

Im primitiven Zustand bildet die Chorda dorsalis die eigentliche Grundlage des Axenskelets. Sie zeigt noch keine Einschnürungen, sondern stellt einen gleichmässig cylindrischen Strang dar.

Die Chordascheide (Elastica interna aut., Cuticula chordae, Gegenbaur-Hasse) ist zwar dünn, sie wird aber verstärkt durch eine sie allenthalben umhüllende, verdichtete Zone des perichordalen Mesoblastgewebes, jenes Bildungsmateriales, das von Rathke (16. S. 3) als „Belegungsmasse der Wirbelsaite", von Gegenbaur (7. S. 4) als „skeletbildende Schichte" bezeichnet wird.

In regelmässigen, durch die Urwirbelgliederung bestimmten Abständen gehen von der Chordascheide beiderseits transversal stehende Platten ab, welche ich die primitiven Wirbelbogen (b auf Taf. I) nenne. Dieselben bestehen aus einem Gewebe, welches dem die Chordascheide allenthalben umhüllenden Mesoblastgewebe ähnlich, aber noch dichter ist. Die Zellen sind so zusammengedrängt, dass sich die Kerne zu berühren scheinen. In carminisirten Objecten heben sich infolgedessen die Bogentheile von der Umgebung auf's Bestimmteste ab.

Die primitiven Wirbelbogen sind bilateral symmetrische Gebilde, die beiden Bogenhälften gehen aber in der Mittellinie continuirlich in einander über und umfassen die Chordascheide allseitig (Fig. II, 5).

Der perichordale Theil des primitiven Wirbelbogens ist an der ventralen Seite der Chorda mächtiger und dichter gefügt als an der dorsalen. Ich habe das dadurch hergestellte festere Verbindungsstück der beiden Bogenhälften als hypochordale Spange (s auf Taf. I) bezeichnet. Dieselbe stellt jedoch im primitiven Zustand der Wirbelsäule nicht, wie später, ein deutlich abgrenzbares Gebilde, sondern lediglich eine gewisse Region in der einheitlichen Bogenplatte dar.

Die primitiven Wirbelbogen greifen im lateralen Gebiet in regelmässiger Folge zwischen die Muskelplatten ein; das intermusculäre Septum oder „Myocomma“ ist nichts anderes als der laterale Rand des primitiven Wirbelbogens (Figg. I, 1. II, 6. III, 3).

Die Bogenhälften liegen aber nicht rein transversal, sondern sind jederseits derart caudalwärts geneigt und gekrümmt, dass eine im Frontalschnitt (Fig. I, 1) den medialen und den lateralen Rand einer Bogenhälfte verbindende gerade Linie mit der Medianebene einen caudalwärts offenen Winkel von ungefähr 60° einschliesst. Dadurch ist es herbeigeführt, dass die Anheftungsstelle des Bogens an der Chordascheide in der gleichen transversalen Ebene liegt wie die Mitte der Muskelplatte, und dass umgekehrt die Ebene des intermusculären Bogenrandes im perichordalen Gebiet auf die Mitte des Bogeninterstitiums fallen muss. Da aus dem perichordalen Theil des primitiven Wirbelbogens das Lig. intervertebrale, aus dem lateralen Theil dagegen der definitive Bogen hervorgeht, so ist in der beschriebenen Schrägstellung der Bogenplatten schon in dem primitiven Zustand die spätere Gliederung vorgebildet, bei welcher der Muskelansatz je in die Ebene der Wirbelmitte verlegt erscheint (vergl. Fig. I, 1 und Holzschn. S. 78).

Im Hinblick hierauf verliert die von Remak (17. S. 42) aufgestellte Theorie der „Neugliederung“ der Wirbelsäule, welcher sich, ausser His (13. S. 178) und Goette (10. S. 418), bis in die neuste Zeit die meisten Embryologen einfach angeschlossen haben, ihre Berechtigung. Die Entwickelung des Axenskelets muss im Gegentheil als eine continuirliche bezeichnet werden. Die primitive Wirbelsäule besitzt noch keine Körper, ihre Wirbelbogen sind an einer unsegmentirten Chordascheide direct angewachsen, und die ersten Wirbelkörper, die überhaupt entstehen, sind die definitiven. Dass aber diese in gleiche Höhe nicht mit den Urwirbeln, sondern mit den Urwirbelgrenzen zu liegen kommen, erklärt sich einfach aus der beschriebenen Schrägstellung der primitiven Wirbelbogen.

Die Körper bilden sich nämlich später je in den Interstitien der primitiven Wirbelbogen. Wären diese letzteren rein transversal stehende Platten, dann würde der Wirbelkörper in gleiches Niveau mit dem aussenliegenden Muskelplattenpaar treten; da sie das aber nicht, sondern vielmehr in ihrem perichordalen Theil nahezu um die halbe Breite eines Muskelplattenpaares cranialwärts hinaufgerückt sind, so wird auch die Mitte des Bogeninterstitiums um denselben Werth, also in das Niveau der Muskelgrenze cranialwärts verschoben.

Der Bezirk, welcher später vom Körper occupirt wird, lässt sich in der primitiven Wirbelsäule recht wohl erkennen, obgleich er vorläufig noch von indifferentem Gewebe gefüllt ist (k in Figg. I, 1. II, 6). Er wird beiderseits von den Interprotovertebralarterien umfasst, und cranial- sowohl wie

zum Theil auch lateralwärts von dem zugehörigen primitiven Wirbelbogen begrenzt.

Die primitiven Wirbelbogen verbreitern sich in ihrem lateralen Theil und lassen bereits ein dorsales und ein ventrales Bogenstück unterscheiden, als erste Andeutung der Sonderung eines Bogens im engeren Sinne und einer Rippenanlage (Fig. II, 5). Beide jedoch reichen nur soweit, als die Muskelplatte reicht. Der Wirbelbogen stellt sich demnach im primitiven Zustande ausschliesslich als Stützorgan für die contractilen Rumpfglieder, die Muskelplatten oder „Myomeren" dar, eine Function als Schutzapparat für das Medullarrohr hat er noch in keiner Weise übernommen.

Der primitive Zustand der Wirbelsäule besteht bei Rindsembryonen in einer Altersperiode, in welcher die Körperlänge von 7 auf 11 ^{mm} steigt und der allgemeine Entwickelungszustand demjenigen menschlicher Embryonen aus dem letzten Viertel des ersten und dem Anfang des zweiten Monats gleicht. Er scheint sich innerhalb dieses Zeitraums ziemlich unverändert zu erhalten.

Uebergangsperiode. (Hierzu Taf. II u. Holzschnitte S. 85, 93, 94 u. 102).

Vom Beginn der Uebergangsperiode an kann die Chorda dorsalis nicht mehr als Grundlage des Axenskeletes betrachtet werden. Sie zeigt Einschnürungen an den Stellen wo früher die primitiven Wirbelbogen an ihr befestigt waren. Diese Befestigung ist aufgehoben.

Der primitive Wirbelbogen ist kein einheitliches Gebilde mehr. Der perichordale Theil desselben hat sich durch longitudinal-faserige Auflockerung von den übrigen Bestandtheilen differenzirt, als Anlage des Lig. intervertebrale.

Die übrigen Bestandtheile des primitiven Wirbelbogens, nämlich hypochordale Spange und eigentliche Bogenhälften, bilden noch ein Ganzes und zeigen auch noch dieselben Beziehungen zu den Muskelgliedern wie früher. Ihr Gewebe ist ein sehr dichtes, sie treten in den carminisirten Praeparaten dunkelgefärbt hervor, nicht nur in Folge der Anhäufung der Kerne, sondern auch durch intensive Tinction der spärlichen Substanz zwischen denselben.

Den Muskelgliedern eine axiale Stützung zu vermitteln, ist das hypochordal geschlossene Bogenpaar, wenn es auch morphologisch und histologisch vielleicht dazu befähigt wäre, doch desshalb nicht im Stande, weil ihm selbst durch die erwähnte Umwandlung des perichordalen Theiles der axiale Halt entzogen ist.

Der Vorgang, durch welchen ein solcher axialer Halt sich von Neuem herstellt, bildet den Hauptinhalt der Uebergangsperiode. Es ist das Auf-

treten von hyalinem Knorpelgewebe, zuerst im Körperbezirke, später im dorsalen Stück der Bogenhälfte, und das endliche Verschmelzen dieser Knorpelanlagen zum einheitlichen, aus Körper und Bogen bestehenden Wirbel.

Die Bildung des Wirbelkörpers beginnt in der cranialen Hälfte des im primitiven Zustand als Körperbezirk unterschiedenen Raumes zwischen den diesen Raum beiderseits umfassenden Interprotovertebralarterien.

Da dieser Raum cranial- und theilweise auch ventral- und lateralwärts von Derivaten des primitiven Wirbelbogens umgeben ist, so könnte die Vermuthung nahe liegen, dass die Bildung des Körperknorpels auf einem Wachsthumsprocess des Bogens beruhe. Dass dieses jedoch im eigentlichen Sinne des Wortes nicht der Fall ist, beweisen, wie mir scheint, zwei Thatsachen. Die erste ist die gewebliche Differenz der beiderlei Anlagen. Der Körper nämlich erscheint sofort als hyaliner Knorpel mit allen Charakteren des embryonalen Knorpelgewebes, während die Bestandtheile des Bogens dicht daneben nach wie vor aus der ihnen eigenthümlichen, äusserst dichten Bindesubstanz bestehen; ein Uebergangsgewebe zwischen beiden, welches die Umwandlung der letzteren in das erstere begreiflich machen würde, ist nicht nachzuweisen. Die zweite der bezüglichen Thatsachen sehe ich sodann darin, dass der Körperknorpel nicht langsam vom Bogen aus caudalwärts herabwuchert, sondern wie mit einem Schlage nahezu das ganze, umfangreiche Gebiet einnimmt, welches bereits in der primitiven Wirbelsäule als künftiger Körperbezirk erkannt werden konnte.

Die Gestalt der Körperanlage ist Anfangs eine bilaterale in dem Sinne, dass zwei zu beiden Seiten der Chorda gelegene, grössere Knorpelherde durch eine dünne, die Chorda ventral umfassende Knorpelbrücke in Verbindung stehen (Fig. IV, 5). An der dorsalen Seite der Chorda entsteht das Knorpelgewebe erst später, sodass der Körperknorpel zunächst eine dorsalwärts offene Halbröhre ist. Ob die seitlichen Herde bei dem Beginn der knorpeligen Gewebsumwandlung ganz isolirt auftreten, also wirklich eine bilaterale Anlage des Körpers darstellen, habe ich nicht mit Bestimmtheit entscheiden können, ich halte es aber für wahrscheinlich.

Eine bilaterale Anlage des Wirbelkörpers ist schon von K. E. v. Baer und Rathke behauptet, ihre Angaben sind aber später von Robin (18. S. 276) als auf optischer Täuschung beruhend zurückgewiesen worden, und dieser Autor betont das einheitlich ringförmige Auftreten des Körperknorpels speciell auch für Säugethierembryonen. Als neuere, unanfechtbare Beobachtungen bilateraler Anlage liegen, soviel ich sehe, nur die von E. Rosenberg (19. S. 131) mitgetheilten vor, welche sich auf Steisswirbel menschlicher Embryonen beziehen. Die Vermuthung Rosenberg's, dass auch die Wirbel anderer Regionen den gleichen Entstehungsmodus haben,

kann ich nach Obigem zwar nicht bestätigen, aber unterstützen. Ich vermag jedoch nicht, in diesem Entstehungsmodus einen Beweis dafür zu sehen, dass der Körper „aus einer Vereinigung der der Chorda anlagernden, basalen Theile der Bogen hervorgehe." Wie aus der von mir gegebenen Schilderung erhellt, ist der Vorgang kein so einfacher. Auch ich sehe, wie Gegenbaur (9. S. 598), die Bogen als „das Primäre am Wirbel" an. Der knorpelige Körper ist aber nicht ein Theil der Bogenanlage, sondern eine zwar secundäre, aber selbständige Anlage neben dem Bogen. Und wenn Gegenbaur an einer anderen Stelle (8. S. 406) sagt, es sei „nicht nachzuweisen, dass die knorpeligen Bögen in Beziehung zu einem knorpeligen Wirbelkörper jemals discrete Theile vorstellen", so hat er bei dieser Aeusserung davon abgesehen, dass eine solche Einrichtung in dem ersten Halswirbel der Amnioten allgemein und dauernd vorkommt.

Der in Rede stehenden bilateralen Anlage des Wirbelkörpers bei Säugethierembryonen kann ich für die Entscheidung dieser Frage desshalb keine grosse Bedeutung beilegen, weil sich dieselbe einfach als Folge davon deuten lässt, das bei Säugethieren die embryonale Wirbelsäule in ihrer ganzen Anlage in die Breite gezogen erscheint. Bei Hühnerembryonen, wo die Bogenhälften viel näher an die mächtig angelegte Chorda herantreten, findet sich auch die bilaterale Anlage nicht, der Körperknorpel wird hier an der ventralen Seite der Chorda früher deutlich als zu beiden Seiten.

Die Gestalt des fertig angelegten Wirbelkörpers ist nicht einfach cylindrisch, sondern in seinem cranialen Theile verjüngt, soweit als er mit der hypochordalen Spange und den Bogenhälften in Berührung steht. Es kann dementsprechend am Körperknorpel ein breiterer, caudaler und ein zapfenartig verjüngter, cranialer Abschnitt unterschieden werden (Figg. VI, 1. VII, 1). Der primitive Wirbelbogen (Spange mit Bogenhälften) umfasst den zapfenartig verjüngten Theil des Körpers in ähnlicher Weise, wie im definitiven Skelet der Atlas den sogen. Zapfen des Epistropheus umfasst. Beide Bestandtheile stehen aber natürlich in continuirlichem Zusammenhang, nur die gewebliche Differenz ist eine scharfe: der nicht carminisirbare, hyaline Knorpel des Körpers grenzt an das tief carminisirte, dichtgefügte Bindegewebe des Bogens gerade so wie er an anderen Stellen an sein Perichondrium grenzt.

Durch diese innige Zusammenfügung von Körper und Bogen ist der Wirbel als Ganzes morphologisch bereits vorbereitet, die nun folgende histologische Umwandlung des Bogengewebes in hyalinen Knorpel macht ihn zu einem, in jeder Hinsicht einheitlichen Skeletglied.

Dieselbe geht nicht vom Körperknorpel aus, etwa in der Weise, dass dieser appositionell in den Bogen hineinwüchse. Die Knorpelbildung ist vielmehr eine an Ort und Stelle sich vollziehende Gewebsmetamorphose,

welche in der ganzen Länge des dorsalen Bogenstückes gleichzeitig auftritt, und zwar im Innern desselben (Fig. VII).

Die Sonderung von dorsalem und ventralem Bogenstück wird dadurch schärfer, als sie vorher schon war. Das ventrale Stück (Rippenaequivalent) bleibt vorläufig noch bindegewebig, während das dorsale (Neuralbogen) vollkommen knorpelig wird.

Auf der Grenze der beiden Stücke ist im Verlauf der Uebergangsperiode ein longitudinal verlaufendes Gefäss erschienen (Fig. VI, 3). Dasselbe tritt zuerst als Anastomose der Interprotovertebralarterien auf. In dem Maasse als die Aorta allmählich caudalwärts hinabrückt, verlieren die Interprotovertebralarterien in cranio-caudaler Reihenfolge eine nach der anderen ihren directen Ursprung aus der Aorta und beziehen ihr Blut durch jene Anastomose. Nur die siebente Interprotovertebralarterie bewahrt ihren Zusammenhang mit der Aorta und stellt schliesslich, gemeinsam mit jener Anastomose und der cranialen Fortsetzung der ersten Interprotovertebralarterie, diejenige Blutbahn her, welche man später Art. vertebralis nennt (Fig. VIII, 3).

In der Uebergangsperiode befindet sich die Wirbelsäule bei Rindsembryonen in einem Zeitraum, während dessen die Körperlänge von 12 auf 17 mm steigt, und welcher für menschliche Embryonen ungefähr dem ersten Drittel des zweiten Monats entspricht.

Definitiver Zustand. (Hierzu Taf. III u. Holzschn. S. 106 u. 112).

Der Anfang der Uebergangsperiode ist leichter zu praecisiren als ihr Ende, bez. als der Anfang des definitiven Zustandes. Wenn wir den letzteren in dasjenige Entwickelungsstadium verlegen, wo durch Verschmelzung des Körperknorpels mit dem Knorpel des dorsalen Bogenstückes der einheitliche Wirbel gebildet ist, wie ich es bei der obenstehenden Zeitbestimmung gethan habe, dann bestehen in der ersten Zeit des definitiven Zustandes noch Reminiscenzen der primitiven Anordnung. Das ist vor Allem die hypochordale Spange des primitiven Wirbelbogens.

Dieselbe ist nicht nur erhalten, sondern sie nimmt in dieser Zeit sogar einen Anlauf zu definitiver Gestaltung durch Umwandlung in hyalines Knorpelgewebe. Bei Rindsembryonen, deren Körperlänge zwischen 18 und 20 mm beträgt (Fig. VIII), findet sich in der Mitte der Spange eine Gewebsdifferenzirung, wie sie auch im dorsalen Bogenstück der Knorpelbildung vorausgegangen ist. Bis zur Herstellung eines wohlbegrenzten hyalinen Stückes gelangt dieser Process nur in der Anlage des zweiten und in grösserem Umfang in der des ersten Halswirbels. In den übrigen Anlagen kommt

es nicht so weit, der Vorgang bleibt ein verfehlter Versuch, und im unmittelbaren Anschluss an denselben beginnt die Rückbildung des ganzen Gebildes, welche sehr rasch zu verlaufen scheint, da schon bei Embryonen von 22 ^{mm} nur noch ein dürftiges Ueberbleibsel nachzuweisen ist (Fig. X). In demselben Zeitraum, d. h. also während die Körperlänge der Rindsembryonen von 20 auf 22 ^{mm} steigt, hat sich nun auch das ventrale Bogenstück (Rippenaequivalent) in hyalinen Knorpel umgewandelt und ist mit dem Körper sowohl wie mit dem dorsalen Bogenstück in knorpelige Continuität getreten. Erst bei Embryonen von 22 ^{mm} und darüber ist demnach der definitive Zustand des Wirbels in allen seinen Theilen hergestellt, sodass die Uebergangsperiode vielleicht richtiger bis zu diesem Termin, welcher, auf menschliche Embryonen übertragen, ungefähr in das letzte Drittel des zweiten Monats fällt, verlängert werden sollte. Ich ziehe es aber vor, den Begriff der Uebergangsperiode auf jenen interimistischen Entwickelungszustand zu beschränken, in welchem die Wirbelbogen ihres axialen Haltes entbehren. Sobald das dorsale Bogenstück Theil eines Knorpelwirbels geworden ist, der durch Ligg. intervertebralia mit den Nachbarwirbeln in Verbindung steht, ist jenes Stadium zu Ende. Ich betrachte die Rückbildung der hypochordalen Spange und die Verknorpelung der ventralen Bogenstücke als Ausgestaltungsvorgänge und datire den definitiven Zustand früher, nämlich, wie bereits angegeben, von der Zeit an, wo die Körperlänge bei Rindsembryonen 18 ^{mm} erreicht hat, und diese Zeit entspricht in der Entwickelung des Menschen ungefähr der Mitte des zweiten Monats.

Eine Charakterisirung dieses definitiven Zustandes der Wirbelsäule würde nun etwa die folgenden Punkte hervorzuheben haben.

Die Chorda dorsalis zeigt die Merkmale der Rückbildung. Anfangs (Fig. VIII, 1) finden sich noch, wie bereits während der Uebergangsperiode, Einschnürungen in der Höhe der Ligg. intervertebralia, das ist also an den Stellen der früheren Anheftung der primitiven Wirbelbogen; mit diesen intervertebralen Einschnürungen wechseln in regelmässiger Folge Anschwellungen in der Mitte der Wirbelkörper. Später wird es umgekehrt; während der die Verknöcherung des Körpers einleitenden Vorgänge wird die Zellenmasse der Chorda in der Körpermitte eingeengt und drängt sich im Intervertebralraum zu spindelförmiger Anschwellung zusammen.

Die Chordascheide ist nicht mehr nachzuweisen; da wo die Chorda im Knorpel verläuft, liegt der Zellenstrang in einem vom Knorpelgewebe selbst begrenzten Hohlraum und füllt denselben nicht völlig aus. Dieser Hohlraum ist von Dursy als Chordacanal bezeichnet worden (vgl. 3. S. 36).

Die Wirbelbogen stellen nicht mehr ein selbständiges, hypochordal geschlossenes Gebilde dar wie in der Uebergangsperiode. Zuerst im dorsalen, später auch im ventralen Stück verknorpelt, verschmelzen die

Bogenhälften mit dem Körper und bilden die Seitentheile des einheitlichen Knorpelwirbels. Das mediane Verbindungsstück der beiden Bogenhälften, die hypochordale Spange, bildet sich gleichzeitig zu einem dürftigen Ueberbleibsel zurück (Fig. X, 1) und verschwindet später spurlos.

Der einheitliche Knorpelwirbel steht anfangs nur im Bereich des Körpers mit den Nachbarwirbeln in Verbindung, durch die intervertebrale Bandscheibe, welche sich bereits im Laufe der Uebergangsperiode in jeder Wirbelanlage aus dem perichordalen Theil des primitiven Wirbelbogens gebildet hatte.

Dass die einem jeden Wirbel zugehörige Bandscheibe demnach die cranialwärts gelegene ist, findet sich am Knorpelwirbel noch deutlich ausgesprochen einmal dadurch, dass sie an der ventralen Fläche bis ungefähr auf die Mitte des Körpers caudalwärts herabgreift und hier mit dem Ueberbleibsel der hypochordalen Spange in Verbindung steht solange dieses erkennbar bleibt, später aber die Stelle bezeichnet, wo jene Spange gelegen hatte und geschwunden ist; und ferner dadurch, dass der Rand der Bandscheibe mit dem ventralen Bogenstück continuirlich zusammenhängt. Die letztere Beziehung erhält sich auch dort bleibend, wo das ventrale Bogenstück zu einer selbständigen Rippe wird, und findet hier in dem Lig. interarticulare des Rippenköpfchens ihren Ausdruck.

Erst später stellt sich auch die laterale Verbindung zwischen benachbarten Knorpelwirbeln her, und zwar dadurch, dass das dorsale Bogenstück an seinem Ende sich caudalwärts zur Bildung eines Gelenkfortsatzes verdickt und dem entsprechenden Stück des nächstfolgenden Wirbels sich nähert. Beide treten zunächst durch dichtes Bindegewebe zur Bildung einer Syndesmose zusammen, aus welcher späterhin das Bogengelenk hervorgeht (Fig. X, 4).

Lange Zeit hindurch stellt der Gelenkfortsatz das dorsale Ende des Wirbelbogens dar und die Ausbreitung des letzteren liegt, ebenso wie die Musculatur, der er zur Stütze dient, im Wesentlichen lateralwärts vom Gebiet des Wirbelkörpers. Erst spät wächst der Knorpel dorsalwärts weiter, wiederum in gleichem Schritt mit einer entsprechenden Ausbreitung der Muskeln, und nun erst bildet er die dorsalen Bogenschenkel, welche sich schliesslich von beiden Seiten her in der Mittellinie begegnen und dadurch den über dem Medullarrohr geschlossenen eigentlichen Neuralbogen herstellen. Bis es so weit kommt, hat die Knochenbildung im Wirbel bereits beträchtlich um sich gegriffen.

Nachdem sich nämlich der definitive Zustand in der Anordnung der Wirbelsäule hergestellt hat, werden sehr bald die Bezirke im Knorpelgewebe erkennbar, in welchen die Knochenbildung später zuerst auftritt, und zwar erkennbar in Folge der bekannten Vergrösserung der Knorpel-

zellen und der allmählich zunehmenden Färbbarkeit der Grundsubstanz durch Carmin. In diesem Stadium bleiben die Verknöcherungszonen sehr lange, innerhalb der Halswirbelsäule bei Rindsembryonen während des ganzen Zeitraumes, in welchem die Körperlänge von 22 mm auf 6 cm steigt. Erst bei älteren Foeten schliesst sich hier der eigentliche Knochenbildungsprocess an.

Die Zonen der vorbereitenden Gewebsveränderung im Knorpel liegen an den bekannten Stellen. Im dorsalen Bogenstück wird dieselbe früher deutlich als im Körper. Im Körper nimmt sie nicht genau die Mitte ein, sondern erscheint ein wenig dorsal- und caudalwärts verschoben, ihr Centrum befindet sich dorsalwärts von der Chorda.

Kurze Wiederholung: Die Wirbelsäule der Säugethiere macht im Laufe ihrer embryonalen Entwickelung drei Perioden durch.

Zuerst stellt sich als primitiver Zustand eine Anordnung her, bei welcher die Chorda dorsalis als axiales Stützorgan in regelmässigen, den intermusculären Zwischenräumen entsprechenden Abständen schräg caudal-lateralwärts bindegewebige Stützplatten, die primitiven Wirbelbogen, entsendet, an deren lateralen Rändern sich die musculösen Rumpfsegmente befestigen.

Sodann folgt eine Uebergangsperiode. Die primitiven Wirbelbogen verlieren durch Auflockerung ihres perichordalen Theils ihren festen Halt an der Chorda, sie bleiben ausserdem im Wesentlichen unverändert bestehen als hypochordal geschlossenes, bindegewebiges Bogenpaar, welches auch fortdauernd die intermusculäre Stützplatte bleibt, jedoch erst durch die Bildung eines Körperknorpels wieder axialen Halt bekommt.

Der definitive Zustand endlich bildet sich dadurch aus, dass der Bogen, während seine hypochordale Spange sich zurückbildet und gänzlich schwindet, in seinen lateralen Theilen knorpelig wird, und dass diese knorpeligen Bogenstücke alsbald mit dem Körperknorpel zu einem Ganzen verschmelzen. Dies ist der knorpelige Wirbel, welcher das definitive Skeletglied darstellt und durch Gewebssubstitution später zum Wirbelknochen wird.

II. Atlas und Epistropheus.

Während der Dauer des **primitiven Zustandes** stimmen die Anlagen der beiden ersten Halswirbel vollkommen mit denen der übrigen überein, derart, dass man ohne die topographische Orientirung gar nicht im Stande sein würde, sie zu unterscheiden.

Im Laufe der **Uebergangsperiode** bilden sich gewisse Abweichungen aus, welche aber alle untergeordneter Natur sind und im Wesentlichen auf Unterschiede in den Grössenverhältnissen hinauslaufen. Und auch diese betreffen mehr den ersten als den zweiten Wirbel. Der zweite kann auch für die Dauer der Uebergangsperiode als identisch mit den caudalwärts folgenden bezeichnet werden, während der erste sich etwas mehr in die Breite und etwas weniger in die Länge vergrössert als diese.

Aber erst gegen das **Ende der Uebergangsperiode** macht sich jene Entwickelungsdivergenz geltend, durch welche die in Rede stehenden Wirbel zu den beiden sogenannten Drehwirbeln werden.

Der erste Schritt besteht darin, dass die Knorpelumwandlung des dorsalen Bogenstückes (Fig. VII) in der ersten Halswirbelanlage nicht bis an den Körper heranreicht, sondern zur Bildung eines seitlich gelegenen, vollständig isolirten, knorpeligen Bogenstückes führt.

Der zweite Schritt, der bereits in den Beginn des **definitiven Zustandes** fällt, ist der Vorgang, dass die hypochordale Spange der ersten Halswirbelanlage sich in hyalinen Knorpel umwandelt und mit den knorpeligen Bogenhälften zu einem einheitlichen, hypochordal geschlossenen Bogenknorpel zusammenfliesst.

Gleichzeitig mit diesem Vorgang verläuft eine Umgestaltung des Körpers der ersten Halswirbelanlage (vergl. den Holzschnitt auf S. 112), welche auf den ersten Blick sonderbar erscheinen kann, im Grunde aber lediglich auf einer Weiterentwickelung der für die Uebergangsperiode charakteristischen Form der Körperknorpel überhaupt beruht. Der caudale Theil des ersten Wirbelkörpers verbreitert sich beiderseits zur Bildung eines stark vorspringenden Gesimses. Der craniale Theil dagegen bildet sich zu einem konisch verjüngten Zapfen um, welcher am ventro-lateralen Umfang seiner Basis von jenem Gesims umgeben ist. Dadurch ist eine in transversaler Ebene um den ventro-lateralen Umfang des Körpers im Halbkreis herumverlaufende Hohlkehle hergestellt, in welche der gleichzeitig entstandene Bogenknorpel hineinpasst (Fig. X, 2).

Gegenüber diesen tiefgreifenden Besonderheiten der ersten Halswirbelanlage verhält sich die zweite mehr indifferent. Ausser unwesentlichen Grössenabweichungen zeigt sie nur eine, jedoch vorübergehende Verschiedenheit von den caudalwärts folgenden Anlagen. Nämlich die, dass die Differenzirung von Knorpelgewebe, welche in den hypochordalen Spangen der übrigen Wirbel nur andeutungsweise auftritt und sofort von der Reduction des ganzen Gebildes gefolgt ist, in der Spange des zweiten Halswirbels wirklich zur Bildung eines hyalinen Knorpelstückes führt (Fig. X, 1). Dasselbe findet aber keine Verwendung, es bildet sich nach kurzem Bestehen wieder zurück, und späterhin ist am zweiten Wirbel

von der hypochordalen Spange eben so wenig eine Spur vorhanden wie an allen caudalwärts folgenden.

Der Körperknorpel der ersten Halswirbelanlage greift, entsprechend der bedeutenden Verbreiterung seines caudalen Theiles, bei seiner Anlagerung an den zweiten Wirbel über das Gebiet des Körpers beiderseits derart auf die Bogenhälften über, dass er das Wurzelgebiet derselben ganz in Anspruch nimmt und die Art. vertebralis sowie den Stamm des zweiten Cervical-Spinalnerven lateralwärts wegdrängt. Die Körper der beiden Wirbelanlagen sind durch eine wohl entwickelte intervertebrale Bandscheibe von einander getrennt, dem Knorpel der Bogenhälften der zweiten Anlage dagegen legt sich der verbreiterte Theil des Körpers der ersten dicht an, sodass nur eine dünne Schicht perichondralen Bindegewebes zwischen beiden liegen bleibt. Und auch diese ist nur in der ersten Zeit nach Herstellung des definitiven Zustandes nachzuweisen (Fig. X, 2), später ist sie verschwunden. Der Körper der ersten Wirbelanlage ist dann mit dem zweiten Wirbel beiderseits im Bereich der Bogenwurzel zu knorpeliger Einheit verschmolzen, während dazwischen, im ursprünglichen Körpergebiet die intervertebrale Bandscheibe noch wohl erhalten ist. Die letztere bildet sich nun von den lateralen Rändern her medialwärts allmählich zurück, sodass sich nur in der Nähe der Medianebene in späteren Foetalperioden noch Reste davon nachweisen lassen. Dieselben stellen aber lediglich eine entwickelungsgeschichtliche Spur dar und man darf wohl sagen, dass im definitiven Zustand des embryonalen Skeletes der Körper der ersten Wirbelanlage mit dem zweiten Wirbel eine Einheit, einen knorpeligen Epistropheus darstellt.

Bemerkenswerth ist dabei, dass es an diesem Epistropheus der Säugethierembryonen ausschliesslich der Antheil von der ersten Halswirbelanlage ist, welcher Berührungsflächen für den Atlas vorbereitet, dass also die gesammte Articulatio atlanto-epistrophica sich streng innerhalb der ersten Halswirbelanlage entwickelt.

Die Lage der die Verknöcherung vorbereitenden Bezirke des Knorpelgewebes (Fig. X) stimmt im zweiten Halswirbel durchaus mit der in den caudalwärts folgenden Wirbeln überein. In der Anlage des ersten wird der Bezirk im Wirbelkörper etwas später deutlich, hat aber die gleiche Lage; der Bezirk im dorsalen Bogenstück liegt in dem stark verbreiterten und verdickten Wurzeltheil der Bogenhälfte und ist dementsprechend auch sehr umfangreich.

III. Occipitalregion.

Die Occipitalregion des Wiederkäuerschädels geht aus der Einschmelzung von vier Wirbeln, bez. Wirbelaequivalenten hervor.

Von diesen vier occipitalen Metameren entwickelt vor der Einschmelzung nur eines, das caudalwärts letzte, einen selbständigen Wirbel, den ich den Occipitalwirbel nenne. Derselbe ist im ganzen Verlauf der Entwickelung, bis zur Herstellung des definitiven Zustandes, mehr oder weniger deutlich zu unterscheiden von dem cranialwärts sich anschliessenden Gebiet, in welchem die Zusammensetzung aus einzelnen Wirbeln schon in der ersten Anlage nur spurweise angedeutet, und welches ich deshalb als den scheinbar ungegliederten Abschnitt des Occipitalskeletes bezeichnet habe.

Im **primitiven Zustand** der embryonalen Wirbelsäule stimmt die Anlage des Occipitalwirbels in allem Wesentlichen mit den Halswirbelanlagen vollkommen überein (Figg. I, 1. II, 1). Ein primitiver Wirbelbogen ist axial an der Chordascheide befestigt, greift caudal-lateralwärts geneigt zwischen die aussenliegenden Muskelplatten ein und an der caudalen Fläche seines lateralen Theiles liegen die interprotovertebralen Gefässe und der erste Cervical-Spinalnerv.

Der cranialwärts sich anschliessende Abschnitt dagegen zeigt sich schon im primitiven Zustand zu einem einheitlichen Skeletabschnitt verschmolzen. Das perichordale Mesoblastgewebe ist sowohl in der Umgebung der Chorda als auch von da lateralwärts gegen das Urwirbelgebiet hinaus, verdichtet, jedoch ohne Spur einer Segmentirung (Fig. III, 1). Erst im lateralen Gebiet beim Eingreifen zwischen die Muskelplatten stellt sich eine solche her, und man darf die in den intermuskulären Spalten gelegenen, stärker verdichteten Gewebsstücke als Reste primitiver Wirbelbogen betrachten.

Cranialwärts vom Occipitalwirbel finden sich drei solcher Bogenrudimente, wie sich auch drei Muskelplatten finden; die erste Muskelplatte ist an ihrem cranialen Rande, der zugleich das craniale Ende der ganzen Unwirbelreihe darstellt, von einem etwas stärkeren derartigen Bindegewebswulst begrenzt.

Die occipitalen Muskelplatten nehmen cranialwärts stetig in allen Durchmessern ab. Dadurch erhält die ganze Reihe eine cranialwärts verjüngte Gestalt (Fig. III, 3). Der dorso-cranialen Contour derselben läuft der Accessorius entlang.

Entsprechend den drei Muskelplatten finden sich auch drei occipitale Spinalnerven, von denen jedoch nur die zwei caudalwärts gelegenen Reste der dorsalen Wurzel, bez. des zugehörigen Spinalganglions besitzen. Der cranialwärts erste besteht nur noch aus ventralen Wurzelfädchen; diese kommen von einer so langen Ursprungslinie her zusammen, dass man geneigt sein könnte, die Gruppe als aus mehreren ventralen Spinalnervenwurzeln zusammengeflossen zu betrachten.

Interprotovertebrale Arterien gelangen in der Occipitalregion nicht zur Anlage. Die cranialwärts letzte derselben ist diejenige, welche zwischen dem Bogen des Occipitalwirbels und dem ersten Cervical-Spinalnerven verläuft, und später zur Bildung der A. vertebralis beiträgt.

Die **Uebergangsperiode** charakterisirt sich auch für die Occipitalregion dadurch, dass der primitive Bogen seine direkte Befestigung an der Chordascheide verliert, dass sich im Körperbezirk Knorpelgewebe bildet, dass dagegen die Bogenmassen noch bindegewebig bleiben.

Die Selbständigkeit des Occipitalwirbels erhält sich durch die ganze Uebergangsperiode hindurch, seine Abgrenzung vom scheinbar ungegliederten Abschnitt wird aber allmählich undeutlicher. Bis zur Mitte der Periode stellt er sich als wohl individualisirte Wirbelanlage dar, bestehend aus knorpeligem Wirbelkörper und bindegewebigem, hypochordal geschlossenen Bogen. Die einzige wesentliche Abweichung von den übrigen Anlagen besteht in dem Nichtvorhandensein einer zugehörigen Bandscheibe. Bei der Ablösung des primitiven Wirbelbogens von der Chordascheide schwindet der perichordale Theil desselben vollständig und der caudalwärts dicht daneben sich bildende Körperknorpel des Occipitalwirbels fliesst sofort mit dem im Körperbezirk des scheinbar ungegliederten Abschnittes entstehenden Knorpelgewebe zusammen. In der Nähe der Medianebene ist in Folge dessen die Grenze zwischen beiden frühzeitig verwischt; seitlich erhält sie sich gerade an der Körpermasse am längsten in Gestalt einer Einziehung der Oberfläche des Knorpels, die von dem Gewebe der Bogenanlage ausgefüllt ist.

Die craniale Abgrenzung der Bogenhälften ist für die ganze Periode deutlich gegeben durch den dritten Occipital-Spinalnerv, welcher zur caudalen Wurzelgruppe des Hypoglossus wird. Medial- und lateralwärts neben dem Verlauf dieses Nerven ist die Grenze zwar weniger scharf, aber doch deutlich genug, weil das Bogengewebe im Bereich des scheinbar ungegliederten Abschnittes merklich weniger dicht ist als im Bogen des Occipitalwirbels. Beide gehen aber hier continuirlich in einander über und bilden eine einheitliche, bindegewebige Bogenmasse, die Seitentheile des Occipitalskeletes.

Die hypochordale Spange des Occipitalwirbels ist schon zu Anfang der Uebergangsperiode viel weniger mächtig als die der Halswirbelanlagen (Fig. IV, 2) und gegen das Ende der Periode ist sie, wenigstens im mittleren Theil, völlig geschwunden (Fig. VII, 1). Im scheinbar ungegliederten Abschnitt des Occipitalskeletes können auch im Beginn der Periode keine Spangen nachgewiesen werden, was nicht zu verwundern, da in diesem Bezirk die primitiven Wirbelbogen überhaupt nicht mehr zu

vollständiger Anlage gelangt sind. Auch die ventralen Bogenstücke (Rippenaequivalente) kommen in der Occipitalregion nur zu dürftiger Entwickelung, doch sind sie, wenigstens am Occipitalwirbel, zweifellos angedeutet (Fig. IV, 2).

Der Körperknorpel des Occipitalwirbels ist klein im Vergleich sowohl mit den Körpern der Halswirbel wie auch mit der Körpermasse des scheinbar ungegliederten Occipitalabschnittes (Fig. VI, 1). Die letztere ist besonders im sagittalen Durchmesser sehr mächtig, wenigstens im caudalen Theil. Cranialwärts verjüngt sie sich keilförmig und endet zugeschärft in derselben transversalen Ebene, in der im lateralen Gebiet der Vago-Accessorius ventralwärts durchtritt. Auch die Bogenmassen des scheinbar ungegliederten Abschnittes verjüngen sich keilförmig; am Vago-Accessorius endigen sie mit scharfem Rande, weiter medialwärts gehen sie continuirlich in die dünne Bindegewebsplatte über, welche den vorderen Theil der Schädelbasis bildet.

Die Chorda dorsalis endigt nahe der dorso-caudalen Wand der Hypophysentasche. Die knorpelige Körpermasse des Occipitalskeletes schliesst bis gegen das Ende der Uebergangsperiode, nur den caudalwärts gelegenen Abschnitt der in der Schädelbasis verlaufenden Chorda ein und zwar nahezu die caudale Hälfte. Die craniale Hälfte bleibt während dieses Zeitraumes von Bindegewebe umgeben.

Da in der Occipitalregion keine interprotovertebralen Arterien zur Anlage gekommen waren, so kann sich auch die longitudinale Anastomose solcher Arterien nicht bilden, die in der Halsregion zur Entstehung der Art. vertebralis führt. Nur in den Bereich des Occipitalwirbels erstreckt sich eine kurze Fortsetzung jenes Gefässes, die aber später wieder verschwindet.

Der **definitive Zustand** wird auch in der Entwickelung des Occipitalskeletes angebahnt durch Bildung von Knorpelgewebe in den dorsalen Bogenstücken, d. h., da die ventralen Stücke nur andeutungsweise zur Anlage gelangt sind und die gesammte Bogenmasse des Occipitalskeletes aus den dorsalen Stücken hervorgeht, durch knorpelige Umwandelung der Bogenmassen.

Dieselbe scheint in der Regel etwas später einzutreten als der entsprechende Vorgang in den Halswirbelanlagen. Die Knorpelbildung verläuft aber rasch, und wenn die Bogenstücke der Halswirbel verknorpelt und mit ihren Körpern verschmolzen sind, dann findet sich auch in der Occipitalregion ein knorpeliger Bogen, der mit der Körpermasse fest verbunden ist.

Zunächst betrifft die Knorpelbildung aber nur den Bogen des Occipitalwirbels. Im Anfangsstadium des definitiven Zustandes (Fig. VIII) finden sich schmale occipitale Bogenknorpel, welche beiderseits an der dorso-cranialen Ecke des Körpers des Occipitalwirbels an diesen herantreten.

Sie sind zwar durch die Anordnung der Knorpelzellen und durch streckenweises Eingreifen des Perichondriums abgrenzbar sowohl von dem Wirbelkörper wie noch deutlicher von der ebenfalls benachbarten Körpermasse des scheinbar ungegliederten Abschnittes, gleichwohl aber befinden sie sich bereits in knorpeliger Continuität mit diesen Theilen.

Da die Bogenmasse des scheinbar ungegliederten Abschnittes in diesem Stadium noch wie in der Uebergangsperiode aus dichtem Bindegewebe besteht, so ist schon durch diesen Gewebsunterschied eine scharfe Abgrenzung des Occipitalwirbels gegeben, wenigstens im lateralen Gebiet.

Im Körpergebiet ist diese Grenze weniger deutlich und nur durch eine seitliche Einziehung der Oberfläche erhalten, die Einziehung, in welcher von der dorsalen Seite her der Bogenknorpel wurzelt.

Der craniale Rand der Körpermasse liegt in diesem Stadium nicht mehr in gleicher Querebene mit dem Vagusdurchtritt, sondern schiebt sich allmählich weiter cranialwärts zwischen die seitlich liegenden Labyrinthblasen vor. Die Knorpelbildung, durch welche dies geschieht ist zunächst auf die unmittelbare Umgebung der Chorda beschränkt, und erst allmählich verbreitert sich dieser schnabelförmig vortretende Theil (Holzschn. auf S. 106); er bleibt jedoch auch späterhin schmaler als der früher angelegte Theil, aus dem er hervorgewachsen (Holzschn. auf S. 112).

Die Knorpelbildung ist in dem in Rede stehenden Stadium eine sehr lebhafte und der definitive Zustand daher auch im Occipitalskelet bald hergestellt (Fig. X).

Körpermasse und Bogenmasse sind dann zu einer umfangreichen Knorpeleinheit zusammengeflossen. Die Grenze zwischen beiden ist nur im caudalen Theil noch leicht angedeutet durch dieselbe Einziehung, welche auch die Unterscheidung von Körper des Occipitalwirbels und scheinbar ungegliedertem Abschnitt selbst jetzt noch möglich macht (Fig. X, 2).

Die Körpermasse ist sehr breit. Der Körper des Occipitalwirbels reicht so weit lateralwärts, dass er bis über die verbreiterten Bogenhälften der ersten Halswirbelanlage zu liegen kommt und sich hier später an der Bildung des Atlanto-occipitalgelenkes betheiligen kann. In diesem Gelenk treten demnach ungleichwerthige Glieder zusammen, Körper und Bogen vom Occipitalwirbel articuliren ausschliesslich auf Bogen vom ersten Halswirbel.

Im Bogengebiet des Occipitalknorpels wird die Abgrenzung des Occipitalwirbels jetzt bald von Neuem erleichtert dadurch, dass der Antheil von letzterem in die zur Verknöcherung vorbereitende Modification des Knorpelgewebes übergeht.

Dabei zeigt sich denn, dass es ganz vorzugsweise dieser Antheil ist, welcher die Seitentheile des Occipitalknorpels liefert. Von der Bogenmasse des scheinbar ungegliederten Abschnittes stammt nur der Theil, welcher den Winkel zwischen dem Bogen des Occipitalwirbels und der Körpermasse ausfüllt und die Hypoglossuscanäle abschliesst (vergl. den Holzschnitt auf S. 112).

Durch diese Canäle ist auch noch in der definitiven Gestaltung eine Spur davon erhalten, dass auch dieser von Anfang an scheinbar ungegliedert auftretende Abschnitt des Occipitalskeletes aus interneuralen Wirbelelementen zusammengeflossen ist.

Die Verknöcherung geht in beiden Gebieten des Occipitalskeletes von einfachen Centren aus. Im Seitentheil ist es der Bogen des ursprünglich selbständigen Occipitalwirbels, im Mittelstück umgekehrt die von dem scheinbar ungegliederten Abschnitt herstammende Knorpelmasse. In beiden Gebieten verfallen demnach diejenigen Theile zuerst der Verknöcherung, welche die umfangreichsten sind; von ihnen greift die Substitution des Gewebes auf die schwächlicher angelegten Theile über.

Der Occipitalknorpel ist bei der Ausgestaltung des definitiven Zustandes an seinem cranialen, zwischen den Labyrinthkapseln gelegenen Ende, der Chorda entlang rasch weitergewachsen. Wenn er die Chorda nahezu vollständig eingeschlossen hat, dann berührt er sich auch mit dem inzwischen entstandenen Sphenoidalknorpel, und auf der Grenze beider liegt das noch freie Ende der Chorda. Durch die Vereinigung der beiden Knorpel wird die Chorda vollends umschlossen, die Basis des Dorsum sellae gebildet und der einheitliche Basilarknorpel hergestellt.

Vergleichung der Befunde bei Hühnerembryonen und bei Säugethierembryonen.

Bei Repräsentanten der beiden höchsten Wirbelthierklassen zeigt die embryonale Entstehung der **Wirbelsäule** Uebereinstimmung in den wesentlichen Zügen, daneben aber auch mancherlei, zum Theil nicht ganz unwesentliche Abweichungen (vergl. zum Folgenden auch die Abbildungen des I. Theils, in diesem Archiv 1883).

Den Ausgangspunkt der Entwickelung bildet bei beiden das indifferente Bindegewebe, welches sich in dem axialen Spaltraum zwischen Medullarrohr, Urwirbelreihen und Aorten, die Chorda dorsalis rings einschliessend, bei Hühnerembryonen im Laufe des dritten Brüttages ausgebreitet hat in der von His (13. S. 177) zutreffend geschilderten Weise.

In diesem perichordalen Bindegewebe tritt, bei Hühnerembryonen in der ersten Hälfte des vierten Brüttages, bei Rindsembryonen während die

Körperlänge gegen 7 mm beträgt, die erste Differenzirung ein. Dieselbe steht in augenscheinlicher Abhängigkeit von der, ihrerseits wieder durch die Urwirbelgliederung bedingten Anordnung der Blutgefässe, und führt rasch zur Herstellung eines Axenskelets, welches ich die **primitive Wirbelsäule** nenne.

In beiden Wirbelthierclassen ist damit ein vorläufiger Abschluss der Skeletbildung erreicht, die Organisation scheint gewissen Anforderungen der axialen Stützung oder Verbindung vorläufig zu genügen. Denn in diesem primitiven Zustand verweilt die Wirbelsäule relativ lange unverändert, bei Hühnerembryonen von der Mitte des vierten bis zur Mitte des fünften Brüttages, bei Rindsembryonen während einer Zeit, in der die Körperlänge von 7 auf 11 mm steigt. Vergl. I. Theil, Figg. I—IV und II. Theil, Taf. I.

Der Bau der primitiven Wirbelsäule ist in beiden Classen folgender. Als axiales Stützorgan fungirt die Chorda dorsalis mit ihrer cuticularen Scheide, welch' letztere durch eine sie umhüllende Lage verdichteten Bindegewebes verstärkt wird. In regelmässigen, durch die Urwirbelgliederung bedingten Abständen sind an der Chordascheide querstehende Platten dichtesten Bindegewebes befestigt, die primitiven Wirbelbogen. Dieselben umfassen die Chorda allseitig, sind aber an der ventralen Seite derselben stärker und dichter. Lateralwärts verbreitern sie sich zu der vollen Breite der Urwirbel und indem sie hier zwischen die aus letzteren hervorgegangenen Myomeren in regelmässigem Wechsel eingreifen, ist ihr lateraler Rand identisch mit dem intermuskulären Septum oder Myocomma, und sie selbst stellen sich ausschliesslich als metamere Stützorgane der Muskelsegmente dar. Sie stehen nun aber nicht rein transversal von der Chorda nach dem Urwirbelspalt hinaus, sondern jede Bogenhälfte ist derart caudal-lateralwärts geneigt und gekrümmt, dass sie mit der Medianebene einen caudalwärts offenen Winkel von 60° bildet. Dadurch ist es herbeigeführt, dass der perichordale Theil des Bogens in gleicher Höhe, nicht mit dem Urwirbelspalt, sondern mit dem Urwirbel selbst liegt, und zwar trifft seine craniale Fläche ziemlich genau auf die Mitte des Myomers. In gleicher Höhe dagegen mit dem Urwirbelspalt findet sich in der Umgebung der Chorda nur indifferentes Bindegewebe, einen Raum ausfüllend, welcher cranialwärts und theilweise auch lateralwärts durch den primitiven Wirbelbogen abgeschlossen wird und später den Bezirk für die Bildung des Wirbelkörpers darstellt. Im lateralen Gebiet dieses Raumes verläuft jederseits eine Arterie von der Aorta aus, am Spinalnerven und Wirbelbogen entlang nach dem Medullarrohr hinauf. Diese Arterie ist bei ihrem ersten Auftreten interprotovertebral und wie erwähnt der Ausgangspunkt für die Bildung des primitiven Wirbelbogens. Da sie beiderseits den geschilderten Körperbezirk umgreift, scheint sie auch

zur Entstehung des Wirbelkörpers in einer gewissen Beziehung zu stehen. Sie wird später mit der Herstellung der definitiven, knorpeligen Wirbel scheinbar zu einem intervertebralen Gefäss und persistirt in der Halsregion als Wirbelästchen der A. vertebralis, weiter caudalwärts als A. intercostalis, bez. lumbalis.

Wie im Baue der primitiven Wirbelsäule, so stimmen Vögel und Säugethiere auch darin überein, dass sich an den primitiven Zustand eine **Uebergangsperiode** anschliesst, während welcher das Axenskelet einen seiner Natur nach interimistischen Zustand darbietet. Denn die fundamentale Leistung eines Axenskelets, der axiale Zusammenhalt der Glieder ist in diesem Zustand in Frage gestellt, da die Chorda dorsalis nicht mehr als Stützorgan fungirt, während eine zur Substitution befähigte Reihe untereinander verbundener Wirbelkörper noch nicht vorhanden ist.

Gleichwohl ist die Uebergangsperiode keine ganz kurze. Sie dauert bei Hühnerembryonen von der Mitte des fünften bis zur Mitte des sechsten Brüttages, bei Rindsembryonen über die Zeit in der die Körperlänge von 12 auf 17 mm steigt. Wie jedoch die Anordnung durchaus keine stationäre, die Entwickelung vielmehr eine lebhafte ist, so schliesst auch die Periode mit dem angegebenen Termin nicht scharf ab, einzelne Charaktere derselben verlieren sich erst später, bei Hühnerembryonen mit dem Anfang des siebenten Brüttages, bei Rindsembryonen mit Erreichung einer Körperlänge von ungefähr 22 mm. Vergl. I. Theil, Figg. V—VII und II. Theil, Taf. II.

Der allgemeine Modus der Umgestaltungen, die sich in der Uebergangsperiode vollziehen, ist bei beiden Wirbelthierclassen übereinstimmend folgender. Die Chorda dorsalis zeigt Merkmale der Rückbildung, ihre Scheide schwindet und es finden sich Einschnürungen an den Stellen, wo früher die primitiven Wirbelbogen befestigt waren.

Der primitive Wirbelbogen erhält sich zwar noch als ein einheitliches Gebilde, indem die beiden Bogenhälften durch eine aus dem ventralen Rand des perichordalen Bogentheiles differenzirte, von mir als „hypochordale Spange“ bezeichnete Brücke fest verbunden bleiben. Er hat aber keinen axialen Halt mehr, weil der perichordale Theil im engeren Sinne, durch welchen der Bogen im primitiven Zustand an der Chordascheide befestigt war, sich aufgelockert hat und durch longitudinalfaserige Zerklüftung sich zur Bildung eines Lig. intervertebrale vorbereitet. Eine neue axiale Stützung wird jetzt angebahnt dadurch, dass in dem bereits oben bei der Beschreibung der primitiven Wirbelsäule gekennzeichneten Körperbezirk der Wirbelkörper entsteht. Indem dieser zu Ende der Uebergangsperiode mit dem Bogen verschmilzt und durch das L. intervertebrale sich je mit seinem cranialen Nachbar in feste Verbindung setzt, ist das neue Axenskelet hergestellt: die definitive, zunächst noch knorpelige Wirbelsäule.

In dem speciellen Verhalten der einzelnen Bestandtheile während jener Umgestaltungen zeigen die beiden Classen folgende Abweichungen.

Die Umbildung des Gewebes zu hyalinem Knorpel tritt bei Hühnerembryonen früher im Wirbelbogen auf, als im Körperbezirk, bei Säugethierembryonen umgekehrt. Wenn bei Hühnerembryonen die Bildung des Wirbelkörpers beginnt, ist bereits ein selbständiger, hypochordal geschlossener Bogenknorpel vorhanden. Wenn dagegen bei Säugethierembryonen der Wirbelkörper sogar fertig angelegt und bereits mit den Nachbarn intervertebral verbunden ist, findet sich zwar auch ein selbständiger, hypochordal geschlossener Bogen, derselbe besteht aber nicht aus hyalinem Knorpel, sondern aus derselben, sogar noch mehr verdichteten Bindesubstanz, aus der er schon im primitiven Zustand gebildet war.

Eine fernere Abweichung macht sich in der Gestalt der ersten Anlage des Körperknorpels geltend. Dieselbe spricht bei Säugethierembryonen für ihre bilaterale Entstehung, indem grössere, zu beiden Seiten der Chorda gelegene Knorpelherde durch eine dünnere Lage am ventralen Umfange derselben zusammenhängen. Bei Hühnerembryonen dagegen ist sie unpaar in Gestalt eines, an der ventralen Seite der Chorda gelegenen Herdes, der jedoch alsbald die Chorda auch seitlich umfasst als eine kurze, dorsalwärts offene Halbröhre.

Eine untergeordnete Verschiedenheit endlich tritt in der gegenseitigen Lage von Bogen und Körper hervor. Bei Hühnerembryonen bleibt der Bogenknorpel am cranialen Rande des Körperknorpels liegen, und speciell die hypochordale Spange bildet hier eine Hervorragung an der cranio-ventralen Kante des Körpers; dieser letztere bewahrt im Allgemeinen eine cylindrische Form. Bei Säugethierembryonen dagegen kommt der bindegewebige Bogen bei der Entstehung des Körperknorpels so zu liegen, dass er das craniale Drittheil des letzteren umfasst, speciell die hypochordale Spange rückt allmählich bis nahe zur Mitte des Körpers herab. Infolgedessen lässt der Körperknorpel einen breiteren, caudalen und einen zapfenartig verjüngten, cranialen Theil unterscheiden. Diese Abweichung der beiden Classen ist insofern nicht ganz unwichtig, als aus ihr gewisse, unten zu erwähnende Verschiedenheiten ihres Verhaltens bei der Entwickelung von Atlas und Epistropheus verständlich werden.

Ganz übereinstimmend bei Hühnern und Säugethieren ist die ebenfalls in die Uebergangsperiode fallende Bildung der Art. vertebralis. Dieselbe geht aus einer, auf der Grenze von ventralem und dorsalem Stück der Bogenhälfte entstehenden, longitudinalen Anastomose der Interprotovertebralarterien hervor, wenn diese in Folge der Wachsthumsverschiebungen ihren directen Ursprung aus der Aorta einbüssen.

Bei der das Ende der Uebergangsperiode bezeichnenden Herstel-

lung der **definitiven Wirbelsäule** bestehen eigentliche Abweichungen zwischen den beiden Wirbelthierclassen nicht, sondern nur kleine Verschiedenheiten, welche durch die Umgestaltungen der Uebergangsperiode bereits vorbereitet sind. Vergl. I. Theil, Fig. VII und II. Theil, Fig. VIII.

Vor Allem ist es die gewebliche Verschiedenheit des Bogens, die einen Unterschied bedingt. Bei Hühnerembryonen liegt ein hypochordal geschlossener Bogenknorpel vor; dieser verschmilzt mit dem Körperknorpel sowohl seitlich als ventral; die hypochordale Spange wird also hier zunächst vom Körperknorpel aufgenommen, bildet einen Vorsprung an demselben und schwindet erst als solcher. Bei Säugethierembryonen dagegen ist der Bogen bis gegen Ende der Uebergangsperiode bindegewebig, nun erst wird er hyalinknorpelig, und unmittelbar darauf verschmilzt er mit dem Körper. Verknorpelung und Verschmelzung betreffen aber hier nur die Bogenhälften, nicht die hypochordale Spange. Diese fliesst überhaupt nicht mit dem Körper zusammen, sondern bleibt als Bindegewebswulst am ventralen Rand des Lig. intervertebrale liegen und schwindet als solcher allmählich.

Wenn die Reduction der Spange vollendet oder nahezu vollendet ist, bei Hühnerembryonen um die Mitte des siebenten Brüttages, bei Rindsembryonen mit Erreichung einer Körperlänge von 22 ^{mm}, dann ist der definitive Knorpelwirbel gebildet und dieser zeigt nun in den beiden Wirbelthierclassen wieder Uebereinstimmung aller wesentlichen Punkte. Vergl. I. Theil, Fig. VIII und II. Theil, Fig. X.

Der einzige erwähnenswerthe Unterschied besteht vielleicht darin, dass bei Hühnerembryonen, wo ja überhaupt die Knorpelbildung energischer verläuft, der Abschluss des Wirbelrohres durch die Vereinigung der Bogenschenkel in der dorsalen Mittellinie viel früher erfolgt, als bei Säugethierembryonen. Bei diesen stellt sich, wie der primitive Wirbelbogen in beiden Classen, so auch noch der definitive Wirbel zunächst ausschliesslich als intermuskuläre Stütze, d. h. als Glied des Locomotionsapparates dar. Auch nachdem der Gelenkfortsatz gebildet, und der Bogen dadurch je mit dem caudalen Nachbar in Verbindung getreten ist, liegt das Rückenmark noch in voller Breite frei, lediglich durch die sogen. Membrana reuniens gedeckt. Nun erst wachsen die eigentlichen Bogenschenkel von beiden Seiten um dasselbe herum, erreichen sich aber erst, wenn die Verknöcherung in den Bogenbasen bereits begonnen. Die Function eines Schutzapparates für das centrale Nervensystem wird demnach von dem Wirbelbogen sehr spät und durch secundäre Bildung eines dorso-medialwärts hervorwachsenden Fortsatzes übernommen.

Auch die Chorda dorsalis verhält sich beim Beginn des definitiven

Zustandes in beiden Classen übereinstimmend, allerdings nur für eine kurze Zeit. Bei Säugethierembryonen bietet dieselbe nämlich für jede der drei von mir unterschiedenen Perioden eine besondere, für die Periode charakteristische Modification dar; in der primitiven Wirbelsäule ist sie ein gleichmässig cylindrischer Strang, während der Uebergangsperiode zeigt sie intervertebrale Einschnürungen neben vertebralen Verdickungen, in der definitiven, knorpeligen Wirbelsäule bilden sich umgekehrt Einschnürungen in der Körpermitte und intervertebrale Anschwellungen aus, und diese Anordnung ist es, in der die Chorda schliesslich der Reduction verfällt. Auch bei Hühnerembryonen ist diese Reihenfolge von Modificationen nachzuweisen. Die Chorda ist zwar von Haus aus viel stärker angelegt und bleibt es auch im Laufe der Entwickelung, und die intervertebralen Einschnürungen der Uebergangsperiode sind weniger ausgebildet als bei Säugethierembryonen. Gleichwohl sind sie vorhanden, und ebenso zweifellos stellen sich mit dem definitiven Zustand auch vertebrale Einziehungen her und Anschwellungen, deren Höhe in den intervertebralen Raum fällt. Merkwürdigerweise aber besteht diese Anordnung bei Hühnerembryonen nur während der Dauer von 1 bis 2 Brüttagen, kehrt dann wieder zu dem früheren Zustand der intervertebralen Einschnürungen zurück, und dieser ist es, in welchem die Chorda der Reduction entgegengeht.

Die Entwickelung der **beiden ersten Halswirbelanlagen** läuft bei Vögeln wie bei Säugethieren in der Herstellung des eigenthümlichen Drehgelenkes zwischen Atlas und Epistropheus aus. Die dahin führende Divergenz der Entwickelung macht sich in beiden Classen erst zu Ende der Uebergangsperiode geltend, d. h. also in Hühnerembryonen um die Mitte des sechsten Brüttages, in Rindsembryonen bei einer Körperlänge von ungefähr 20^{mm}. Bis dahin stimmen die beiden ersten Halswirbelanlagen mit allen übrigen in ihrem Verhalten überein. Und das ist sehr begreiflich. Denn die Bildung des Atlas und des Zahnfortsatzes ist einfach ein Stehenbleiben der ersten Halswirbelanlage in der Uebergangsperiode, d. h. der Bogen bleibt, dem Körper gegenüber, selbständig, wie er es während der Uebergangsperiode in allen Wirbelanlagen ist. Erst beim Eintritt der Verschmelzung dieser Bestandtheile in den übrigen Anlagen muss die abweichende Entwickelung in der ersten beginnen.

Hinsichtlich des speciellen Vorganges dieser Entwickelung macht sich zwischen Hühnerembryonen und Säugethierembryonen eine nicht unwesentliche Verschiedenheit geltend. Bei Hühnerembryonen persistirt die hypochordale Spange der zweiten Wirbelanlage, entwickelt sich weiter und wird dauernd zu einem wesentlichen Bestandtheil des

Epistropheus. Der Körper der ersten Wirbelanlage verbreitert sich nicht, sondern bleibt in seiner Verbindung mit der zweiten Anlage genau auf den Körper derselben beschränkt. In Folge dessen wird die cranialwärts schauende Oberfläche des Epistropheus ausschliesslich vom Bogen der zweiten Wirbelanlage gebildet, von der hypochordalen Spange und der beiderseits an diese sich continuirlich anschliessenden Bogenhälften. Dieser cranialen Oberfläche des Bogens der zweiten liegt die caudale Oberfläche des Bogens der ersten Wirbelanlage einfach gegenüber.

Bei Säugethierembryonen dagegen schwindet die Spange der zweiten Wirbelanlage, der Körper der ersten verbreitert sich in seinem caudalen Theil ungeheuer und überlagert, beiderseits als breites Gesims vortretend, die zweite Anlage vollständig, Körper sowohl wie Bogenhälften. In Folge dessen wird die cranialwärts schauende Oberfläche des Epistropheus ausschliesslich von dem Gesims des Körpers der ersten Wirbelanlage gebildet. Der cranialwärts schauenden Gesimsfläche des Körpers der ersten liegt die caudalwärts schauende Fläche des Bogens derselben Wirbelanlage gegenüber. Vergl. die Holzschnitte I. Theil, S. 209 und II. Theil, S. 112.

Demnach verhält sich bei Säugethierembryonen nur der craniale Theil des ersten Wirbelkörpers so, wie sich bei Hühnerembryonen dieser ganze Körper verhält; nur der craniale Theil tritt bei jenen als verjüngter Zapfen cranialwärts hervor, und es ist nur für das Vogelskelet, nicht aber für das Säugethierskelet zutreffend, wenn man sagt: der Körper des ersten Wirbels wird, mit dem des zweiten verwachsend, zum Proc. odontoides des Epistropheus. Der Körper des ersten Wirbels bildet bei Säugethieren nicht nur den Zahnfortsatz, sondern den ganzen, die cranialen Gelenkflächen tragenden Theil des Epistropheus. Und desgleichen ist natürlich auch die Articulatio atlanto-epistrophica der Säugethiere nicht homolog oder wenigstens nur theilweise homolog mit derjenigen der Vögel. Bei Säugern liegt dieselbe im Zapfengelenk sowohl wie in den Gesimsgelenken streng innerhalb der ersten Halswirbelanlage, es sind nur zwei Skeletstücke, die sich betheiligen: der Bogen des ersten und der Körper des ersten Wirbels. Bei Vögeln dagegen ist sie combinirt: im Zapfengelenk articulirt der Bogen des ersten am Körper des ersten, im Gesimsgelenk articulirt der Bogen des ersten am Bogen des zweiten Wirbels.

Diese eigenthümliche Verbreiterung der ersten Wirbelanlage giebt nun vielleicht auch eine Erklärung für das Fehlen der eigentlichen Gelenkfortsätze am Atlas der Säugethiere, da der sich verbreiternde Körper die gleichfalls mächtig wachsenden Bogenhälften des ersten Wirbels lateralwärts aus dem Gebiet ganz hinausdrängt, in welchem zwischen anderen

Wirbelanlagen die Bogengelenke sich bilden. Neben den sich verbreiternden Knorpeltheilen wird auch die Art. vertebralis zu bogenförmigem Verlauf hinausgedrängt, und indem desgleichen auch die Spinalnerven, der zweite und noch mehr der erste, lateral- und dorsalwärts geschoben werden, kommen diese in das Gebiet der Bogenschenkel zu liegen und tragen nun vielleicht auch ihrerseits dazu bei, dass es zu einer Gelenkverbindung zwischen diesen nicht kommt. Bei Vogelembryonen geschieht von all dem nichts. Da der Körper der ersten Wirbelanlage klein bleibt, bleibt Alles an seinem Platz, und die Bogengelenke bilden sich zwischen erstem und zweitem Wirbel so gut wie zwischen allen übrigen, lateral- und dorsalwärts neben den Stämmen der Spinalnerven.

Die **Occipitalregion** des Vogelkopfes sowohl wie des Säugethierkopfes geht aus der Einschmelzung einer Anzahl von Metameren hervor. Bei Hühnerembryonen sind vier Muskelplatten und fünf Wirbelrudimente, bei Wiederkäuerembryonen drei Muskelplatten und vier Wirbelaequivalente im Hinterhauptsabschnitt nachzuweisen.

Während nun aber in Säugethierembryonen das caudalwärts letzte der Wirbelaequivalente sich zu einer in allen Charakteren wohlentwickelten, kurz als „Occipitalwirbel" zu bezeichnenden Wirbelanlage gestaltet, an welche cranialwärts das Gebiet der Wirbelrudimente als ein „scheinbar ungegliederter Abschnitt" sich anschliesst, stellt bei Hühnerembryonen die ganze Occipitalregion ein Gebiet von Wirbelrudimenten dar, da auch das caudalwärts letzte dieser Rudimente nicht zu selbständiger Differenzirung als Wirbelanlage gelangt.

In beiden Classen nimmt die Vollständigkeit der Anlage in den occipitalen Metameren in caudo-cranialer Richtung ab.

Bei Hühnerembryonen finden sich nur in den zwei caudalwärts letzten Gliedern Spinalnerven, dieselben besitzen, ebenso wie die zwei ersten Cervical-Spinalnerven, keine dorsalen Wurzeln, sie vereinigen sich später auf ihrem Verlauf zur Bildung des Hypoglossus. In den drei caudalwärts letzten Metameren kommen interprotovertebrale Arterien zur Anlage und an ihnen auch noch relativ gut entwickelte Rudimente primitiver Bogenhälften. Neben der cranialwärts ersten Muskelplatte, welche das craniale Ende der ganzen Urwirbelreihe darstellt, findet sich weder Arterie noch Nerv, die Bogenrudimente sind nur andeutungsweise vorhanden und auch die Muskelplatte selbst ist sehr kümmerlich.

Bei Wiederkäuerembryonen kommen in der Occipitalregion keine interprotovertebralen Arterien zur Anlage und dementsprechend sind auch die Bogenrudimente, abgesehen vom Occipitalwirbel, der sich an der postoccipitalen Zwischenurwirbelarterie entwickelt, sehr schwach. Die

occipitalen Spinalnerven dagegen sind vollständiger erhalten als bei Vogelembryonen, es finden sich drei, von denen der caudalwärts letzte der stärkste ist und eine wohlentwickelte dorsale Wurzel mit Ganglion besitzt, der mittlere noch einen Rest seines Ganglions erkennen lässt, der cranialwärts erste nur aus dünnen ventralen Wurzelfädchen sich zusammensetzt. Die drei occipitalen Spinalnerven vereinigen sich zur Bildung des Hypoglossus.

Die caudalwärts letzte occipitale Wirbelanlage der Säugethierembryonen stellt im primitiven Zustand der Wirbelsäule Bogen dar, die sich in nichts von den übrigen primitiven Wirbelbogen unterscheiden. Auch in der Uebergangsperiode verhält sie sich im Ganzen übereinstimmend mit anderen Anlagen, indem am entsprechenden Platze ein knorpeliger Wirbelkörper entsteht, während die Bogen noch bindegewebig bleiben; die einzige wesentliche Abweichung ist der Schwund des perichordalen Bogentheils und das dadurch bedingte einheitliche Zusammenfliessen des Körperknorpels mit der knorpeligen Körpermasse des cranialwärts anschliessenden scheinbar ungegliederten Abschnittes. Dadurch entsteht schon in der Uebergangsperiode ein einheitliches Occipitalskelet, an welchem jedoch die Grenze des Occipitalwirbels noch deutlich erhalten ist. Dieselbe wird nach und nach undeutlicher, aber auch zu Ende der Uebergangsperiode und selbst nach hergestelltem defnitiven Zustand der Wirbelsäule ist sie nicht verwischt, sondern wird sogar vorübergehend in den Bogenmassen wieder sehr deutlich dadurch, dass die Knorpelbildung in den bindegewebigen, und später die Verknöcherungsvorbereitung in den knorpeligen Seitentheilen zunächst scharf begrenzt nur im Bogen des Occipitalwirbels auftritt und sich von da aus erst nachträglich auf das cranialwärts angrenzende Gebiet ausbreitet.

Bei Hühnerembryonen gelangt, wie erwähnt, ein Occipitalwirbel nicht zu selbständiger Entwickelung; die drei caudalwärts gelegenen Bogenrudimente, welche im primitiven Zustand deutlicher angelegt unterschieden werden können, differenziren sich nicht wie andere Bogen weiter, sondern fliessen zur Bildung eines einheitlichen bindegewebigen Occipitalskeletes zusammen; dieses wandelt sich durch histologische Metamorphose als Ganzes in einen einheitlichen Occipitalknorpel um.

Demnach sind also in der primitiven Occipitalregion bei Hühnerembryonen die Muskelplatten vollständiger conservirt als bei Säugethierembryonen, bei diesen dagegen die Nerven besser erhalten und die Skeletglieder deutlicher gesondert als bei jenen. Bei beiden ist die Entwickelung mit fortschreitender Verwischung der Segmentspuren verknüpft, und das Resultat bildet ein einheitliches Skeletstück, welches sich als integrirender Bestandtheil in den Knorpelschädel einfügt.

Tübingen, 6. August 1885.

Literatur.

1. Francis M. Balfour, *Handbuch der vergleichenden Embryologie.* Deutsch von Vetter. Jena 1881. Bd. II.

2. C. Claus. Beiträge zur vergleichenden Osteologie der Vertebraten. I. Rippen und unteres Bogensystem. *Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.* Math.-naturw. Classe. Wien 1876. Bd. LXXIV. 1. Abth.

3. August Froriep, Kopftheil der Chorda dorsalis bei menschlichen Embryonen. *Beiträge zur Anatomie und Embryologie als Festgabe Jacob Henle dargebracht von seinen Schülern.* Bonn 1882.

4. Derselbe, Ueber ein Ganglion des Hypoglossus und Wirbelanlagen in der Occipitalregion. Beitrag zur Entwickelungsgeschichte des Säugethierkopfes. *Dies Archiv.* 1882.

5. Derselbe, Zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelsäule, insbesondere des Atlas und Epistropheus und der Occipitalregion. I. Beobachtung an Hühnerembryonen. *Dies Archiv.* 1883.

6. Derselbe, Ueber Anlagen von Sinnesorganen am Facialis, Glossopharyngeus und Vagus, über die genetische Stellung des Vagus zum Hypoglossus, und über die Herkunft der Zungenmusculatur. Beitrag zur Entwickelungsgeschichte des Säugethierkopfes. *Dies Archiv.* 1885.

7. Carl Gegenbaur, *Ueber Bau und Entwickelung der Wirbelsäule bei Amphibien überhaupt, und beim Frosche insbesondere.* Halle 1861.

8. Derselbe, Ueber die Entwickelung der Wirbelsäule des Lepidosteus, mit vergleichend-anatomischen Bemerkungen. *Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft.* Bd. III. 1867.

9. Derselbe, *Grundzüge der vergleichenden Anatomie.* II. Aufl. Leipzig 1870

10. Alexander Goette, *Die Entwickelungsgeschichte der Unke.* Leipzig 1875.

11. C. Hasse, Die Entwickelung des Atlas und Epistropheus des Menschen und der Säugethiere. *Anatomische Studien.* 1873. Bd. I.

12. Derselbe, *Beiträge zur allgemeinen Stammesgeschichte der Wirbelthiere.* Jena 1883.

13. Wilhelm His, Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. *Die erste Entwickelung des Hühnchens im Ei.* Leipzig 1868.

14. Derselbe, *Anatomie menschlicher Embryonen.* I. II. Leipzig 1880—1882.

15. Albert Kölliker, *Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere.* II. Aufl. Leipzig 1879.

16. Heinrich Rathke, Ueber die Entwickelung des Schädels der Wirbelthiere. *Vierter Bericht über das naturwissenschaftliche Seminar zu Königsberg.* 1839.

17. Robert Remak, *Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere.* Berlin 1855.

18. Ch. Robin, Mémoire sur le développpement des vertèbres Atlas et Axis. *Journal de l'Anat. et de la Physiol.* 1864. Vol. I.

19. Emil Rosenberg, Ueber die Entwickelung der Wirbelsäule und das Centrale carpi des Menschen. *Morphologisches Jahrbuch.* 1876. Bd. I.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. I.

Vergrösserung der Figuren: 50 fach.
Die Tafel demonstrirt den „primitiven Zustand“ der Wirbelsäule.

Fig. I. Rindsembryo I. Körperlänge 8·7 mm. Drei sich ventro-dorsal folgende Frontalschnitte, deren Lage im embryonalen Körper aus dem Holzschnitt auf S. 73 zu ersehen ist. Linke Seite.

1. Frontalschnitt, 0·85 mm ventralwärts von der Nackenoberfläche des Embryos. Die Chorda ist auf der Grenze der Occipital- und Halsregion im Längsschnitt getroffen.

2. Frontalschnitt, 0·25 mm dorsalwärts vom ersten. Der Boden des Medullarrohres im Längsschnitt getroffen.

3. Frontalschnitt, 0·24 mm dorsalwärts vom zweiten. Das Medullarrohr im Längsschnitt getroffen.

Fig. II. Rindsembryo II. Körperlänge 8·8 mm. Sechs sich cranio-caudal folgende Transversalschnitte, deren Lage im embryonalen Körper sowie in der Continuität der Wirbelsäule aus den beiden Holzschnitten auf S. 77 und 78 zu ersehen ist.

1. Querschnitt durch die Mitte der dritten occipitalen Muskelplatte und den primitiven Wirbelbogen der Occipitalregion.

2. Querschnitt durch den cranialen Rand der vierten, zwischen Occipital- und Halsregion gelegenen Muskelplatte und durch den Körperbezirk des späteren Occipitalwirbels.

3. Querschnitt durch die caudale Hälfte der vierten Muskelplatte und den primitiven Wirbelbogen der ersten Halswirbelanlage.

4. Querschnitt durch den intermusculären Bogenrand und den späteren Körperbezirk der ersten Halswirbelanlage.

5. Querschnitt durch die caudale Hälfte der fünften, zwischen erstem und zweitem Halswirbel gelegenen Muskelplatte und durch den primitiven Wirbelbogen der zweiten Halswirbelanlage.

6. Querschnitt durch den intermusculären Bogenrand und den späteren Körperbezirk der zweiten Halswirbelanlage.

Fig. III. Rindsembryo III. Körperlänge 10·2 ^{mm}. Drei sich medio-lateral folgende Sagittalschnitte.

1. Medianschnitt.
2. Sagittalschnitt, 0·25 ^{mm} links von der Medianebene.
3. Sagittalschnitt, 0·4 ^{mm} links von der Medianebene.

Taf. II.

Vergrösserung der Figuren: 25 fach.

Die Tafel demonstrirt den „Uebergangszustand" der Wirbelsäule.

Fig. IV. Rindsembryo IV. Körperlänge 12·0 ^{mm}.

1. Frontalschnitt der Anlagen des siebenten bis zehnten Brustwirbels. Der Schnitt weicht links (vom Beschauer) ein wenig dorsalwärts, rechts ein wenig ventralwärts aus der Frontalebene ab.

2—5. Vier sich cranio-caudal folgende Transversalschnitte, deren Lage in der Continuität der Wirbelsäule aus dem zugehörigen Holzschnitt auf S. 85 zu ersehen ist.

2. Querschnitt durch die Anlage des Occipitalwirbels.
3. Querschnitt durch die erste Halswirbelanlage.
4. Querschnitt durch die zweite Halswirbelanlage.
5. Querschnitt durch die dritte Halswirbelanlage.

Fig. V. Rindsembryo V. Körperlänge 15·5 ^{mm}. Sechs sich cranio-caudal folgende Transversalbilder, welche der Mehrzahl nach nicht einfachen Schnitten entsprechen, sondern durch Pauscombination aus mehreren gewonnen sind, wie es der zugehörige Holzschnitt auf S. 93 erläutert.

1. Querschnitt des Occipitalskeletes in der Ebene des ersten Occipital-Spinalnerven.

1 b. Querschnitt des Occipitalskeletes in der Ebene des dritten Occipital-Spinalnerven.

2. Occipitalwirbel.
3. Erster Halswirbel.
4. Zweiter Halswirbel.
5. Dritter Halswirbel.

Fig. VI. Rindsembryo VI. Körperlänge 15·5 ^{mm}. Drei sich medio-lateral folgende Sagittalbilder, je aus vier nebeneinander liegenden Sagittalschnitten combinirt, wie auf S. 93 angegeben. Die Lage der drei Bilder zu einander ist aus dem zugehörigen Holzschnitt auf S. 94 zu ersehen.

Fig. VII. Rindsembryo VII. Körperlänge 17·0 ^{mm}. Drei sich medio-lateral folgende Sagittalschnitte, deren Lage zu einander aus dem zugehörigen Holzschnitt auf S. 102 zu ersehen ist.

Taf. III.

Vergrösserung der Figuren: 25 fach.

Die Tafel demonstrirt den „definitiven Zustand" der Wirbelsäule.

Fig. VIII. Rindsembryo VIII. Körperlänge 18·5 ^{mm}. Vier Sagittalschnitte, deren Lage zu einander aus der im zugehörigen Holzschnitt auf S. 106 gegebenen Frontalprojection zu ersehen ist.

Fig. IX. Rindsembryo IX. Körperlänge 18·5 mm. Zwei sich ventro-dorsal an einander schliessende Frontalschnitte des zweiten bis vierten Halswirbels.

Fig. X. Rindsembryo X. Körperlänge 22·5 mm. Vier Sagittalschnitte, deren Lage zu einander und in der intacten Wirbelsäule aus dem Projectionsbild des zugehörigen Holzschnittes auf S. 112 zu ersehen ist.

Die neben den Figuren der frontalen und sagittalen Schnitte stehenden Kreuze sind Orientirungszeichen, nach welchen die zusammengehörigen Bilder in richtiger Eindeckung auf einander gepaust werden können. Dieselben finden sich bei den frontalen Schnitten rechts, bei den sagittalen links neben oder in dem Bilde.

Die im Text befindlichen Hülfsfiguren zu den Abbildungen der Tafeln sind infolge eines Missverständnisses auf 4/5 der Tafelvergrösserung reducirt worden. Behufs Vergleichung beider und Controle der Constructionsbilder kann man sich eines auf das Verhältniss 4:5 eingestellten Reductionszirkels bedienen.

Die Erklärung der Bezeichnungen siehe auf folgender Seite.

Gemeinsame Bezeichnungen.

a^4 Vierter Arterienbogen (Arc. aortae).
a^5 Fünfter Arterienbogen (Ductus arterios.).
ai Art. interprotovertebralis.
ai^1 Erste Zwischenurwirbelarterie, an welcher sich der Occipitalwirbel bildet und welche als Theil der A. vertebralis persistirt.
ao Aorta.
av Longitudinale Anastomose der Interprotovertebralarterien, welche in der Halsregion sich zur A. vertebralis entwickelt.
bas A. basilaris.
b Primitiver Wirbelbogen.
bc^1 — — der ersten Halswirbelanlage.
bc^2 — — der zweiten Halswirbelanlage.
bc^3 — — der dritten Halswirbelanlage.
bo — — der Occipitalwirbelanlage.
bt^7 — — der siebenten Brustwirbelanlage.
bt^{10} — — der zehnten Brustwirbelanlage.
B Knorpeliger Wirbelbogen (dorsales Bogenstück).
Bc^1 — — der ersten Halswirbelanlage, sg. Seitentheil des Atlas.
Bc^2 — — des zweiten Halswirbels.
Bc^3 — — des dritten Halswirbels.
Bo — — des Occipitalwirbels.
c^1—c^4 Erster bis vierter Cervical-Spinalnerv.
ch Chorda dorsalis.
d Ram. dorsalis eines Spinalnerven.
gc^1—gc^4 Spinalganglien des ersten bis vierten Cervical-Spinalnerven.
go^2 Spinalganglion des zweiten Occipital-Spinalnerven (Ganglion - Rudiment des Hypoglossus).
go^3 Spinalganglion des dritten Occipital-Spinalnerven (Ganglion des Hypoglossus).
H Hypoglossus.
hy Hypophyse.
k Der spätere Körperbezirk in der primitiven Wirbelsäule.
K Wirbelkörper.
Kc^1 — der ersten Halswirbelanlage (cranialer Theil des Epistropheus).
Kc^2 — der zweiten Halswirbelanlage (caudaler Theil des Epistropheuskörpers).
Kc^3 — des dritten Halswirbels.
Ko — des Occipitalwirbels.
l Perichordaler Theil des primitiven Wirbelbogens, später Lig. intervertebrale.
lc^2 — — der zweiten Halswirbelanlage.
lc^3 — — der dritten Halswirbelanlage.
lt^7 — — der siebenten Brustwirbelanlage.
m^1—m^3 Erste bis dritte Muskelplatte der Occipitalregion.
m^4 Muskelplatte zwischen Occipital- und Halsregion.
m^5 Erste Muskelplatte der Halsregion.
n Dorsales Bogenstück des primitiven Wirbelbogens (Neuralbogen).
o^1 Erster Occipital-Spinalnerv (craniale Wurzel des Hypoglossus).
o^2 Zweiter Occipital-Spinalnerv (mittlere Wurzel des Hypoglossus).
o^3 Dritter Occipital-Spinalnerv (caudale Wurzel des Hypoglossus).
occ Der „scheinbar ungegliederte Abschnitt“ des Occipitalskeletes im bindegewebigen Zustand.
Occ Derselbe Abschnitt im knorpeligen Zustand.
r Ventrales Bogenstück des primitiven Wirbelbogens (Rippenanlage).
R Rippenanlage im knorpeligen Zustand.
s Hypochordale Spange des primitiven Wirbelbogens.
sc^1—sc^4 Hypochordale Spange der ersten bis vierten Halswirbelanlage, im primitiven oder bindegewebigen Zustand.
Sc^1 Knorpelige hypochordale Spange des ersten Halswirbels, sog. unterer oder vorderer Bogen des Atlas.
Sc^2 Knorpelige hypochordale Spange der zweiten Halswirbelanlage; bleibt rudimentär und schwindet später.
so Hypochordale Spange des primitiven Occipitalwirbelbogens.
sph Sphenoidalknorpel.
t^7—t^{10} Siebenter bis zehnter Thoracal-Spinalnerv.
v Ramus ventralis eines Spinalnerven.
vi Interprotovertebralvene.
vj V. jugularis.
X Vagus.
XI Accessorius.

Ein weiterer Fall von Theilung der Arteria carotis interna in der Schädelhöhle.

Von

Dr. Max Flesch
in Bern.

In dem letzten Jahrgange dieses Archives veröffentlicht Ferdinand Hochstetter[1] zwei Fälle der seltenen Varietät der A. carotis cerebralis, bei welcher dies Gefäss am Schädelgrunde im Sinus cavernosus eine Arteria aberrans entsendet, welche rückwärts gewendet mit der A. basilaris anastomosirt. Nicht die Seltenheit dieser Varietät bestimmt mich, den von Hochstetter publicirten und den von ihm aus der älteren Litteratur zusammengestellten Fällen[2] eine weitere Beobachtung aus der Würzburger Anatomie anzureihen; vielmehr ist mir massgebend der Umstand, dass in den publicirten Fällen, soweit mir bekannt, das Verhalten des von den anomal angeordneten Gefässen versorgten Gehirnes nicht besprochen worden ist.

Die hier mitzutheilende Beobachtung betrifft die A. carotis cerebralis sinistra. Das Praeparat entstammt der Leiche eines 22 Jahre alten Mannes. Derselbe war im Zuchthaus zu Ebrach an Pneumonie mit Pleuritis gestorben.[3] Neben den speciell zu betrachtenden Unregelmässigkeiten der Basilararterien

---

[1] *Dies Archiv.* 1885. S. 396.

[2] Nicht erwähnt ist eine in Henle's *Gefässlehre* (I. Aufl. S. 252) citirte Beobachtung von Tüngel, *Klinische Mittheilungen des allgemeinen Krankenhauses zu Hamburg 1860.* Hamburg 1862. S. 258. „Eine Art. aberrans — der A. basilaris — welche durch ein Loch im Dorsum sellae zur A. carotis interna geht; die A. vertebralis ist halb so stark als die sinistra" (nach Henle, a. a. O.).

[3] Das Gehirn ist in der Würzburger anatomischen Sammlung aufbewahrt, eine kurze Notiz über dasselbe und die uns beschäftigende Anomalie findet sich in „Flesch, *Untersuchungen über Verbrecher-Gehirne.*" Würzburg 1882. A. Stuber's Buch- und Kunsthandlung. Tabelle I. Nr. 4. S. 52—53.

finden sich Anomalien der Sinus durae matris und der grossen Körpervenen.[1]

Beschreibung der Basisgefässe. Die Arteria vertebralis dextra ist sehr schwach; nach Abgabe der A. cerebelli poster. infer. und superior wird sie so fein, dass die Fortsetzung nur einen dünnen Verbindungszweig zu der allein als Verlängerung der linken Wirbel-Arterie erscheinenden Basilararterie darstellt; letztere erscheint vor der Vereinigungstelle in keiner Weise verstärkt. Die A. basilaris nimmt in ihrer Mitte ein von links her kommendes, am injicirten Praeparat über 2 mm im Durchmesser haltendes Gefäss auf. Letzteres ist ein Ast der Art. carotis sinistra. Es entsteht aus ihr im Sinus cavernosus aus der Convexität ihrer zweiten Biegung, verläuft an der medialen Fläche des Ram. ophthalmicus N. V. nach hinten und tritt durch die Dura mater in der hinteren Schädelgrube aussen und oben vom N. abducens. Nach vorn theilt sich die Basilararterie in gewöhnlicher Weise zur Bildung des vollständig normalen Circulus arteriosus Willisii.

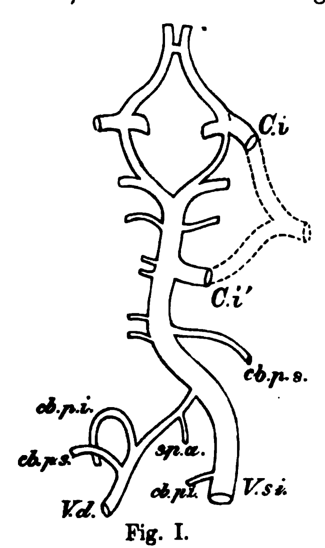


Fig. I.

C. i. Carotis interna. — *C. i'.* abirrender Ast derselben. — *cb. p. s.* A. cerebelli posterior superior. — *cb. p. i.* A. cerebelli posterior inferior. — *V. d.* A. vertebralis dextra. — *V. si.* A. vertebralis sinistra. — *sp. a.* A. spinalis anterior.

Von dem ersten Praeparate Hofstetter's unterscheidet sich das unsrige zunächst darin, dass eine Durchbohrung des Dorsum ephippii nicht stattgefunden hat. Wesentlich ist dies wohl nicht; unser Praeparat entstammt einem sehr jungen Individuum; es ist wohl möglich, dass sich in einem späteren Lebensalter eine knöcherne Umschliessung des Vas aberrans gezeigt hätte. Gemeinsam ist den beiden Fällen ebenso wie dem anderen von Hofstetter mitgetheilten die gleichzeitige Existenz anderer Unregelmässigkeiten der Basisgefässe. Jedesmal erscheint die überzählige Arterie gewissermaassen als Ersatz für die schwache Ausbildung der Vertebralarterien. Eigenartig ist unserer Beobachtung, dass nur die eine der letzteren verkümmert erscheint, dass aber die collaterale Ergänzung einem Gefässe der

[1] Der Sinus longitudinalis superior spaltet sich schon weit über dem Confluens sinuum in zwei Canäle, von welchen der linke den Sinus rectus aufnimmt; ein feiner Quercanal verbindet letzteren mit dem Sinus transversus. — Die Vena jugularis externa mündet in die Vena jugularis anterior dicht über dem Sternoclavicular-Gelenk nach querem Verlauf über den M. Sternocleidomastoideus. — Die linke Nierenvene verläuft hinter der Aorta zur V. cava adscendens.

gegenüberliegenden Körperhälfte obliegt. Eigenartig ist ferner die Ueberkreuzung der A. cerebelli posterior superior und inferior dextra, endlich die Existenz nur einer A. spinalis anterior, welche aus der rechten verkümmerten A. vertebralis entspringt.

Ein besonderes Interesse musste unser Praeparat gewinnen, als sich ergab, dass die Windungen des Gehirnes in höchst auffälliger Weise abnorm angeordnet waren. In Kürze lässt sich der Charakter der vorliegenden Windungsverhältnisse dahin praecisiren, dass transversale Furchen über die ganze Ausdehnung der Convexität beiderseits dominiren, dermaassen, dass nur der linke Stirnlappen, und auch dieser verhältnissmässig undeutlich, Längs-Windungen erkennen lässt. Beiderseits zeigt der mittlere Theil der Convexität vier, die Breite der Hemisphaere fast vollständig durchtrennende parallele Querfurchen; die vorderste ist links durch Confluenz der medialen und der lateralen (oberen und unteren) Praecentralfurche entstanden; ihr folgt nach hinten die Centralspalte, dann eine Retrocentralspalte, gebildet durch die starke Ausbildung des Stammes und des aufsteigenden Astes der Parietalspalte; endlich eine vierte Querfurche welche, bis 15 ^{mm} tief, den 10 ^{mm} Tiefe nicht überschreitenden hinteren Ast der Parietalspalte durchkreuzt. Rechts zeigen sich ähnliche Verhältnisse; nur ist die vorderste Querfurche etwas kürzer als links. Dagegen ist hier in dem Stirnlappen die normale Längsfurchung vollständig verschwunden, da die einzige stärker hervortretende Furchenzeichnung durch eine zwischen 5 und 10 ^{mm} tiefe transversale Spalte gebildet ist.

Von einer detaillirten Beschreibung der Gehirnoberfläche kann wohl abgesehen werden, da ein kritisches Eingehen auf die Einzelheiten hier unwesentlich erscheint. Ich behalte mir vor, in dem in Arbeit befindlichen II. Theile der citirten Untersuchungen über Verbrechergehirne darauf zurückzukommen. Dagegen ist es vielleicht gerechtfertigt, die Frage aufzuwerfen, ob ein Zusammenhang zwischen den beschriebenen Anomalien der Hirngefässe einerseits, der Windungen andererseits im Sinne einer Abhängigkeit der Ausbildung der letzteren von jener der Blutbahnen besteht. So verlockend dies von vornherein erscheinen mag, so glaube ich dennoch, in negativem Sinne antworten zu müssen. Allerdings bedarf dies Votum der Begründung, da bei der Seltenheit und Unvollständigkeit der vorliegenden Beobachtungen der Beweisbefund — Typische Windungsgruppirung neben der gleichen Anomalie der Basisgefässe — aussteht. Indessen glaube ich, die vertretene Ansicht auf die Thatsache stützen zu können, dass unter dem grossen Material oft in hohem Maasse abnormer Gehirne, bei welchen ich eine genaue Untersuchung der einzelnen Gyri vornehmen konnte, nur sehr wenige sich finden, an welchen gleichzeitig sehr erhebliche Unregelmässigkeiten der Gefässstämme zu beobachten waren. Es fehlt nicht ganz an solchen;

die Tabellen der citirten Untersuchungen über Verbrechergehirne weisen indessen auch eine Anzahl von Fällen auf, in welchen „regelmässige Gefässe" neben „unregelmässigen" oder „sehr unregelmässigen" Gyris verzeichnet sind.[1] Von den Fällen, in welchen wesentliche Anomalien der Gefässe und der Windungen coincidiren zeigt einer[2] abnorme Bildung der A. profunda cerebri sinistra aus einem Theil-Aste der A. basilaris und einem spitzwinkelig in diesen mündenden, mit der A. communicans posterior aus der Carotis cerebralis entstehenden Stämmchen; für die Beurtheilung des zugehörigen sehr assymmetrischen Gehirnes erscheint die Assymmetrie des Schädels jedenfalls bedeutungsvoller als jene Irregularität der Gefässe, die jedenfalls keine erhebliche Aenderung der localen Cirkulations- bez. Druckverhältnisse bedingen konnte. Eher liesse sich an einen Zusammenhang denken in einem anderen Falle,[3] in welchem assymmetrische Beschaffenheit der Gehirnoberfläche zusammentrifft mit assymmetrischer Anordnung des Ursprunges der A. profunda cerebri (dieselbe entstammt links wesentlich der A. carotis, rechts der A. basilaris; in reciprokem Verhältniss steht der Ursprung, bez. die Stärke der Aa. communicantes). Auch hier fällt die gleichzeitige Assymmetrie des Schädels in's Gewicht. Die Gefässanomalie ist ausserdem relativ häufig gegenüber der hier sehr auffälligen Atypie der Windungen (links sechs parallele Querfurchen der Convexität; beiderseits Affenspalte).

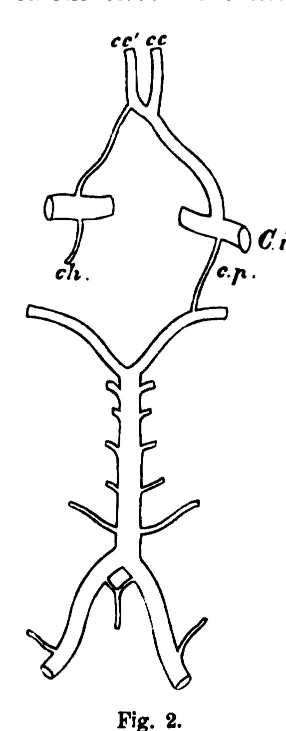


Fig. 2.
C. i. Carotis interna *cc. cc'* Aa corporis callosi *c. p.* Arteria communicans posterior. *ch.* A. choroidea.

Wichtiger aber für die Beweisführung erscheint mir noch der Umstand, dass in anderen Fällen weitgehende Unregelmässigkeiten die Gefässanordnung mit normalen oder doch wenig abnormen Windungsverhältnissen coincidiren. Ein exquisites Beispiel dafür ist folgendes:[4] An der Gehirnbasis eines 50 Jahre alten, im Zuchthaus zu Ebrach an Carcinoma ventriculi gestorbenen Mannes finden sich folgende Unregelmässigkeiten der Gefässe. Der Circulus arteriosus ist in Folge Mangels der A. communicans post. dextra nicht geschlossen. Die

---

[1] A. a. O. I. Thl. Tabelle I. Nr. 8. 12. 14. 29 u. a. m.
[2] A. a. O. I. Thl. Tabelle I. Nr, 43.
[3] A. a. O. I. Thl. Tabelle I. Nr. 42.
[4] A. a. O. I. Thl. Tabelle I. Nr. 19.

Art. carotis cerebralis sinistra liefert beide Aa. corporis callosi, indem das rechtsseitige Gefäss als A. communicans anterior aus dem linken hervorgeht, während nur ein ganz feiner, der rechten Carotis entstammender Verbindungszweig den normalen Verlauf der A. corporis callos. dextra repraesentirt. Hier hätten sich — falls überhaupt eine directe Beziehung der Windungsanordnung zur Gefäss-Verzweigung bestünde — Ungleichheiten der Stirnlappen zeigen müssen. Solche bestehen allerdings für den Sulcus callosomarginalis, in einer Weise jedoch, welche vollkommen in den Bereich des normalen fällt, jedenfalls wiederholt auch ohne Anomalie bez. Assymmetrie in der Vertheilung der Balkenarterien.

Eher könnte in umgekehrtem Sinne eine Abhängigkeit der Gefässvertheilung im gesammten Körper von der normalen Entwickelung des Nervensystemes bestehen. Die Untersuchung des mikrocephalen Knaben Franz Becker[1] bot Gelegenheit zur Notirung einer ganzen Reihe zum Theil seltener Anomalien der Körpergefässe; gerade die Arterien der Hirnbasis waren hier allerdings normal. Auch darüber muss vor allem weiteres Material gesammelt werden. Der Geschäftsgang — sit venia verbo — eines grösseren Praeparirsaales wird wegen der Zerlegung der Cadaver in den einzelnen Praeparanten zuzutheilende Stücke leider gerade für Gefässe und Nerven nicht leicht Uebersichten über die Gesammtvertheilung in einem Körper gewinnen lassen. Ausser dem erwähnten mikrocephalen Knaben Becker finde ich unter meinen Notizen eine Untersuchung eines 25 Jahre alten Mannes mit nicht unerheblichen Anomalien der Hirnwindungen nebst mehreren ausserordentlich seltenen Gefäss-Varietäten beider oberer Extremitäten (nicht symmetrisch) und der Halsarterien verzeichnet. Gerade der hier besprochene Fall dürfte durch die erwähnten einzelnen Befunde an dem Venensysteme des Rumpfes auch in diesem Sinne nicht uninteressant sein.

Bern, 24. November 1885.

---

[1] *Festschrift zur Feier des 300 jährigen Bestehens der Julius-Maximilian-Universität zu Würzburg gewidmet von der medicinischen Facultät daselbst.* Bd. II. S. 114.

Zur Bildung der Cloake des Kaninchenembryo.

Von

Dr. H. Strahl
in Marburg.

(Hierzu Taf. IV.)

Kölliker hat neuerdings[1] beim Kaninchenembryo von 3 bis 4 Urwirbeln eine Stelle hinter dem Primitivstreifen aufgefunden und beschrieben, an welcher der Ectoblast eine Verdickung bildet und bis auf den Entoblast herunterreicht, während ein freier Mesoblast zwischen Ectoblast und Entoblast an dieser Stelle nicht vorhanden ist.

Bei Gelegenheit anderer Untersuchungen an Säugethierembryonen etwas älterer Entwickelungsstadien fand ich eine der von Kölliker beschriebenen entsprechende Anordnung der Keimblätter vor und konnte in weiterer Verfolgung des fraglichen Entwickelungszustandes feststellen,[2] dass es sich bei demselben um die Stelle der späteren Kloakenöffnung handelt. Im Folgenden soll eine genauere Darstellung von demselben gegeben werden, an die sich eine Vergleichung mit entsprechenden Verhältnissen des Reptilienembryo anschliessen soll.

Von der Kloake des Säugethieres giebt Kölliker an, dass dieselbe sich beim Kaninchen am elften bis zwölften Tage nach aussen öffne. Vom Vogelembryo liegen Angaben von Bornhaupt[3] und von Gasser[4] vor. Letzterer nimmt an, dass beim Hühnchen die Stelle der Kloakenöffnung in dem hinteren Ende des Primitivstreifens gegeben sei und dass hier bis zur Bildung der Oeffnung alle drei Keimblätter miteinander ver-

---

[1] Ueber die Chordahöhle und die Bildung der Chorda beim Kaninchen. *Würzburger Sitzungsberichte.* Dec. 1882.

[2] *Marburger Sitzungsberichte.* Mai 1884. — *Zoologischer Anzeiger.* 1884. Nr. 171.

[3] Untersuchungen über die Entwickelung des Urogenitalsystems beim Hühnchen. *Dissertation.* Riga 1867.

[4] Die Entstehung der Cloakenöffnung bei Hühnerembryonen. *Dies Archiv.* 1880 S. 297.

schmolzen seien. Der Bildung der Oeffnung gehe das Auftreten von kleinen Hohlräumen an genannter Stelle voraus. Bornhaupt's Untersuchungen beziehen sich meist auf ältere Stadien.

Fig. 1 zeigt einen Kaninchenembryo (grosse Varietät) von etwa 5 Urwirbeln von der Ectodermfläche her. Die Rückenfurche *Rf* läuft nach hinten in einer verdickten Stelle aus, an die sich weiter nach hinten der Rest des Primitivstreifens *Pr* anschliesst. Dieser endet wieder in einer kolbigen Anschwellung, dann folgt eine bei auffallendem Lichte dunklere Stelle *Af*, die von zwei schmalen Rändern seitlich eingeschlossen ist und die hinten von einem Schlussbogen umfasst wird, der seitlich und nach vorn in die Parietalzone des Embryo übergeht.

(Anm. Die genannte Stelle *Af* finde ich an drei von vier mir vorliegenden Embryonen der gleichen Entwickelungszeit. Zwei derselben sind mit Pikrin-Schwefelsäure, einer mit Chromsäure erhärtet. Der vierte auch mit Pikrin-Schwefelsäure gehärtete Embryo ist etwas gefaltet und lässt die fragliche Stelle nicht mit Sicherheit erkennen.[1]

Die Herzanlagen des Embryo sind deutlich, neben den vorderen Urwirbeln bemerkt man eine Segmentierung auch in der Parietalzone.

Der Embryo wurde in Querschnitte zerlegt, und zeigt Fig 2 einen Durchschnitt durch die Stelle *Af*.

Dieselbe lässt eine Einbuchtung von der Ectoblastseite her und weiterhin erkennen, dass der Ectoblast bis auf den ebenfalls verdickten Entoblast herunterreicht; auch dieser zeigt eine leichte Einbuchtung von der freien Fläche. Der Mesoblast hängt beiderseits nicht nachweislich mit dem Ectoblast zusammen; besonders an der linken Seite des Schnittes ist die Trennung zwischen Ectoblast und Mesoblast ganz deutlich, während rechts die Grenze zwar nicht ganz so klar ist, aber doch die Zellen des Ectoblast und Mesoblast sich im Aussehen deutlich von einander unterscheiden. Es kann also keine Frage sein, dass es sich hier um die von Kölliker beschriebene Stelle handelt. (Dieselbe soll mit Rücksicht auf die unten zu beschreibenden Praeparate und der Einfachheit halber mit Mihalcovics als Aftermembran bezeichnet werden.[2])

Es folgen nach vorn von dem genannten auch in gleicher Weise, wie dies Kölliker beschreibt, Schnitte, welche einen Primitivstreifen auf dem Querschnitt zeigen (Fig. 3), aber ohne Rinne.

---

[1] E. v. Beneden und Ch. Julin, Recherches sur la formation des annexes foetales chez les mammifères. *Archives de Biologie.* t. V. pl. XXI. Fig. 1, deuten dieselbe ebenfalls an.

[2] Vergl. G. v. Mihalcowics, Entwickelung der Harn- und Geschlechtsapparate der Amnioten. *Internationale Monatsschrift.* S. 310.

Doch finde ich, dass auch nach hinten von der Aftermembran noch eine kurze Strecke weit ein Zusammenhang des mittleren Keimblattes mit dem Ectoblast vorkommt (Fig. 4), dass sich bei dem vorliegenden Praeparat die Kloakenstelle demnach mitten auf dem Endabschnitt des Primitivstreifens befindet. Der hinter derselben befindliche Theil des Primitivstreifens unterscheidet sich von dem nach vorn von ihr gegebenen Theil noch dadurch, dass der Ectoblast, der seitlich neben der Medianlinie belegen ist, bei ersterem Abschnitt nur aus einer Lage von niedrigen Zellen besteht, während er bei letzterem dicker ist. (Bei allen eben beschriebenen Schnitten ist der Entoblast unter dem Embryonalkörper sehr dünn, während er seitlich eine erhebliche Verdickung zeigt, die auf dem Vorhandensein von hohen cylindrischen Zellen beruht.)

Noch auffälliger tritt der Umstand, dass hinter der Aftermembran noch Primitivstreifen vorhanden ist, an Längsschnitten durch einen Embryo der gleichen Entwickelungszeit zu Tage. Fig. 5 stellt den Medianschnitt der Serie dar und zwar den Theil desselben, der sich nach vorn und hinten an die makroskopisch sichtbare Stelle *Af* anschliesst; derselbe enthält die Einbuchtung, die auch der Querschnitt zeigte; nach vorn sowohl, als nach hinten von dieser ist der Mesoblast mit dem Ectoblast verbunden. Erst kurz vor der Stelle, an welcher der Mesoblast in Haut- und Darmfaserplatte zerfällt *Pp*, findet sich eine Grenze desselben gegen den Ectoblast.

Die in Rede stehende Verbindung des Mesoblast und Ectoblast wäre an dem ganzen Embryo im Bereich der Mittellinie des Schlussbogens (hintere Parietalzone) zu suchen, dieser selbst gehört demnach noch in den Bezirk des Primitivstreifens, wenn auch eine Linie an dieser sehr kurzen Strecke des Primitivstreifens am unversehrten Embryo nicht sichtbar war.

Die erste Anlage der Aftermembran ist demgemäss, wie auch Gasser dies für den Vogelembryo beschreibt, im Bereich des Primitivstreifens zu suchen, würde aber beim Kaninchen nicht das letzte Ende desselben darstellen, sondern es liegt noch ein, wenn auch kurzes Stück des Primitivstreifens hinter derselben.

Was den Modus der ersten Bildung der Membran in dem Bereich des Primitivstreifens anlangt, so wird man sich denselben nach den vorliegenden Praeparaten wohl so vorstellen, dass hier eine seitliche Loslösung des Mesoblast vom Ectoblast am Boden des Primitivstreifens vor sich geht, während nach vorn und hinten zunächst ein Zusammenhang noch erhalten bleibt.

An einem noch jüngeren Kaninchenembryo von einem Urwirbelpaar — das zweite war eben in der Differenzirung begriffen — liess sich im Flächenbilde noch keine Andeutung der Aftermembran finden, dagegen zeigten die Durchschnitte, dass hinter einem Primitivstreifen mit hohem

Ectoblast neben der Medianlinie ein solcher mit niedrigem Ectoblast folgte. Hier fand sich an einer Stelle ein auffällig verdickter Entoblast vor und wird hierin wohl die erste Anlage der Membran zu suchen sein.

Eine seitliche Loslösung des Mesoblast im Bereich des Primitivstreifens beschreibt Gasser (Primitivstreifen bei Vogelembryonen, S. 79) für den Vogelembryo (Huhn und Gans) ebenfalls, doch tritt dieselbe bei letzterem verhältnissmässig viel später auf.

Anm. An den Längsschnitten durch den eben beschriebenen Embryo findet sich am Vorderende des Primitivstreifens noch ein gut ausgebildeter, wenn auch kurzer Chordakanal vor. Kölliker fand einen solchen bei den von ihm untersuchten Embryonen des Kaninchens von 3 bis 4 Urwirbeln nicht mehr. Es scheint, als ob die Bilder, die man von demselben erhält, auf Längsschnitten günstiger sind, als auf Querschnitten. Der Canal (vgl. Fig. 6) stellt jetzt einen kurzen Blindsack dar; die Chorda, welche auch in ihrem mittleren Theile, in dem die Eröffnung des Canales bereits vor sich gegangen ist, im Gegensatz zu nur wenig älteren Entwickelungsstadien noch ziemlich hoch ist, zeigt an der Stelle, an der der Canal beginnt, erst eine leichte weitere Verdickung, die Kerne stehen dicht, dann folgt ein Bogen, in dessen oberem Abschnitt die Kerne an den Rand gedrängt sind, während der untere Abschnitt ohne Grenze in einen hier sehr niedrigen Entoblast übergeht. Ob an dem hinteren Ende der Schlinge eine Grenze derselben gegen den Primitivstreifen vorhanden ist, wie bei Betrachtung der Schnitte bei schiefer Beleuchtung und mit stärkeren Vergrösserungen scheinen will, vermag ich doch weder an diesem noch an ähnlichen etwa gleichalterigen Praeparaten mit Sicherheit zu entscheiden.

Ein ganz ähnlicher Canal findet sich an Längsschnitten durch einen Embryo von etwa 7 bis 8 Urwirbeln noch vor; ferner bei Embryonen von etwa 3 bis 4 Urwirbeln eine ähnliche Erscheinung am Vorderende der Chorda.

Die auch für andere Thiergruppen bekannte Erscheinung, dass die Chorda bereits in früher Zeit nach vorn in eine ziemlich breite Entoblastplatte ausläuft, wird sich für den Kaninchenembryo vielleicht theilweise dahin erklären lassen, dass es sich hier um die Verschmelzung von Entoblast und Mesoblast handelt, die auch an anderen Stellen der Eröffnung des Chordacanales vorausgeht; nur ist an dieser Stelle die eigentliche Canalbildung auf eine sehr kurze Strecke beschränkt. Einen Umstand, der für diese Ansicht spricht, finde ich z. B. darin, dass ich an den Durchschnitten durch einen Embryo mit zwei Urwirbeln innerhalb der genannten Entoblastverdickung bereits eine an ihrer Zellbildung kenntliche Chorda vorfinde, unter der nur die kleinen rundlichen Zellen weggezogen zu werden brauchen um ein Bild zu liefern, wie man es auf Durchschnitten aus der Mitte des Embryo erhält.

Man hat sich demgemäss den Vorgang der Eröffnung des Chordacanales beim Kaninchen so vorzustellen, dass derselbe zunächst auf dem gesammten mittleren Theile der Chorda stattfindet — hier ist er bei einem Embryo, der noch keine Urwirbel besitzt, bereits abgelaufen — und dass er dann nur auf eine kleine Strecke am jeweiligen hinteren und vielleicht auch am vorderen Ende der Chorda sich noch abspielt.

Einen Eingang in den Canal an der Ectoblastseite, wie derselbe von Heape für den Maulwurf und von Bonnet beim Schaf beschrieben ist, habe ich beim Kaninchen ebenfalls gefunden (Fig. 7). Bei Querschnitten durch eine Keimscheibe von 1 mm Länge nach der Erhärtung finde ich einen Spalt, der am Vorderende des Primitivstreifens auf der Höhe des Hensen'schen Knotens von der Ectoblastseite aus sich in den Embryo einsenkt. Derselbe endet in einem kleinen rundlichen Hohlraum, in dessen Wand die Zellen in ähnlicher Weise radiär gestellt sind, wie man dies in der Wand des Chordacanales auch sonst findet. Der Spalt ist nur auf einem Querschnitt vorhanden, ein Chordacanal in dem sonst noch ganz kurzen Kopffortsatz des Primitivstreifens dagegen noch nicht. Einen Canal, der gleichzeitig an beiden Seiten — Ectoblast- und Entoblastfläche — offen wäre, habe ich bis jetzt nicht beobachtet.

Ausserdem zeigt die Figur, dass im mittleren Keimblatt die dem Entoblast angelagerten Zellen sich durch ihre dunklere Färbung von den höher gelegenen unterscheiden, sie sehen den Ectoblastzellen ähnlicher als diese. Ich finde diesen Umstand in früheren Stadien häufig, er ist auch in den Figuren 2 bis 4 wiederzugeben versucht.

Ehlers hat neuerdings in einer Abhandlung,[1] in welcher er die Chorda dorsalis einem Vergleich mit dem Nebendarm von Echinodermen und verschiedenen Würmern unterzieht, auch der Entwickelung der Chorda der Säugethiere gedacht. Er zieht dabei in Erwägung, ob in dem Chordacanal, wie er von Lieberkühn und Kölliker bei Säugethier-Embryonen ohne Urwirbel beschrieben und auch in der obigen Darstellung aufgefasst ist, nicht eine Röhrenbildung aus dem Entoderm statt einer Eröffnung eines mesodermalen Gebildes zu suchen sei.

Für das Meerschwein und das Kaninchen ist aber eine solche Auffasung nicht wohl haltbar. Hier folgen nämlich die Entwickelungsstadien so auf einander, dass

1. ein solider aus dem mittleren Keimblatt gebildeter Kopffortsatz vorhanden ist (Stadium ohne Urwirbel). In diesem tritt

2. ein zunächst nach dem Entoblast geschlossener Canal auf (bei kurzem Kopffortsatz), der

[1] Nebendarm und Chorda dorsalis. *Nachrichten von der kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.* 1885. Nr. 12.

3. beim Kaninchen dicht vor Anlage des ersten Urwirbelpaares, wenn der Kopffortsatz schon sehr lang ist, fast in seiner ganzen Ausdehnung zu einer gegen den Entoblast ausgehöhlten Rinne eröffnet ist. Hier findet sich der Canal nur noch an der Uebergangsstelle der Chorda in den Primitivstreifen und eventuell auch am vordersten Chordaende.

4. Die Ausschaltung der so in eine Linie mit dem Entoblast gelegten Chorda, wie sie Lieberkühn für das Meerschweinchen beschrieb, erfolgt beim Kaninchen ziemlich spät. Bei Embryonen mit fünf Urwirbeln ist fast die ganze Chorda in den Entoblast eingeschaltet.

5. Bei der Trennung der Chorda vom Entoblast, die bei Embryonen von 10 bis 11 Urwirbeln im Gange ist, kommt streckenweise allerdings eine ähnliche Faltung der Chorda zu Stande, wie sie Ehlers für die jungen Stadien anzunehmen geneigt ist. (Vgl. Lieberkühn). Dabei wird aber kein Theil des Entoblast vom übrigen Entoblast getrennt, sondern ein früher in dem Mesoblast gelegener Abschnitt wieder ausgeschaltet. Erst bei einem Kaninchen-Embryo von 13 Urwirbeln liegt die Chorda wieder fast ganz oberhalb des Entoblast frei. Der vorderste Abschnitt ist aber auch hier noch in den Entoblast eingeschaltet.

Es kommen demgemäss zwei Faltungsvorgänge bei der Chorda der Säugethiere vor und zwar zuerst eine Auffaltung des Mesoblast gegen den Entoblast, also eine Eröffnung, dann in viel späterer Zeit, nachdem die Chorda so lange in den Entoblast eingeschaltet erschien, die zweite Faltung bei dem Schluss der Chordarinne. Das Entscheidende für die Beziehung der Chordaanlage zu den Blättern dürfte sein, dass die scheinbar entoblastische Chorda bei Embryonen mit Urwirbeln zu einer Zeit, in welcher der Embryo noch keine Urwirbel besass, eine Röhrenform im Mesoblast zeigte. Wenn die Auffassung von Ehlers richtig wäre, müsste der Zustand, in dem die Chorda in den Entoblast eingeschaltet ist, demjenigen vorausgehen, in welchem sie bei Embryonen ohne Urwirbel eine Röhrenform zeigt, was bis jetzt nicht beobachtet ist.

Auch der von mir beschriebene Entwickelungszustand der Eidechse, in welchem die Chorda in der Mitte ausser Zusammenhang mit dem Entoblast erscheint, während ein solcher an ihrem dermaligen vorderen und hinteren Ende vorhanden ist, dürfte nach dieser Richtung nicht beweisend sein; die Entwickelung ist für diese Frage zu weit vorgeschritten, denn das in den Entoblast eingeschaltete hintere Chordaende hat in einem früheren Zustand ebenfalls im Mesoblast gelegen.

Ein Embryo eines älteren Entwickelungsstadiums des Kaninchens von Anfang des neunten Tages — es mögen ungefähr elf Urwirbel vorhanden sein — wurde ebenfalls für eine Querschnittserie verwandt. Hier kommen

hinter dem Primitivstreifen Durchschnitte vor, wie ein solcher in Fig. 8 abgebildet ist. Das Amnion ist an dieser Stelle bereits geschlossen, die Amnionhöhle (amn. h.) schmal, die Ectoblastlage niedrig, die Hautplatte dagegen ungemein dick. Nach unten wird die Amnionhöhle von zwei gegen einander abgegrenzten ziemlich gleich hohen Zellenlagen geschlossen, von denen die nach der Höhle zu belegene der Ectoblast, die untere der Entoblast ist. Zwischen beiden findet man — jedoch nur stellenweise, aber auch in den folgenden Entwickelungsstadien — einzelne etwas schärfer umrandete Zellen. von denen dann schwer zu sagen, wohin dieselben gehören. Die Grenze des Entoblast gegen den Mesoblast erscheint auf der linken Seite der Figur nicht klar, auf der rechten ist dieselbe jedoch an der Umbiegungsstelle des Entoblast nach unten deutlich. Die Darmrinne ist nach unten noch offen.

Auf den nächsten nach hinten folgenden Schnitten schwindet die Amnionhöhle alsbald, man kommt in den Bereich der sich eben anlegenden Allantois. Auf den nach vorn folgenden wird die Aehnlichkeit mit dem von Kölliker beschriebenen Entwickelungszustand noch grösser, insofern sich der Ectoblast noch erheblich verdickt, ehe man an den Primitivstreifen selbst kommt.

Einen ähnlichen Entwickelungszustand zeigt Fig. 9 von einem Hundeembryo. Auch hier dringt ein Fortsatz des Ectoblast durch den seitlich gegen ihn abgegrenzten Mesoblast hindurch. Der Ectoblast zeigt an seinem oberen Rande eine kleine doppelte Einziehung. Der Entoblast ist in der Mitte verdickt und wird nach den Seiten niedriger, von der Bildung der Darmrinne nimmt man noch nichts wahr, während die hintere Amnionfalte bereits erhoben ist. Der Schnitt liegt hinter dem Primitivstreifen.

Es würde also dieser Embryo nach dem Verhalten der Darmrinne zu schliessen, gegen den eben beschriebenen etwas in der Entwickelung zurück sein.

Dass es sich bei den zuletzt beschriebenen Objecten in der That um einen älteren Zustand des von Kölliker beschriebenen Entwickelungsstadiums handelt, ergiebt sich

1. aus der Lage hinter dem Primitivstreifen.
2. aus dem Verhalten des Ectoblast gegen den Mesoblast und Entoblast, indem der Ectoblast an den Entoblast anstösst und in der Medianlinie sich freier Mesoblast nicht findet.

Als neu gegenüber den frühen Entwickelungsstadien würde zunächst festzustellen sein, dass die fragliche Stelle bei der Bildung des Amnion in die Amnionhöhle zu liegen kommt, dass also die Wurzel des Amnion und die Allantois hinter derselben belegen sind.

Das nächst ältere, mir vorliegende Präparat zeigt Fig. 10, **den**

Querschnitt durch einen Kaninchenembryo von 13 Urwirbeln, hinter dem Primitivstreifen. Das Amnion ist an dieser Stelle ebenfalls bereits geschlossen (die obere Wand der Höhle fehlt in der Figur), die untere Wand der Amnionhöhle besteht wieder nur aus zwei Zellenlagen Ectoblast und Entoblast, die beide annähernd gleich dick sind; in den unteren Theilen des hier nunmehr bereits geschlossenen Darmrohrs wird die Grenze des Entoblast gegen die Darmfaserplatte an dem Schnitt undeutlich, die Zellen des Entoblast sind im Verhältniss zu denen der oberen Wand niedrig.

Aus einem Vergleich des eben beschriebenen Stadiums mit den Figg. 8 u. 9 ergiebt sich, dass die Aftermembran nach dem stattgehabten Verschluss des Enddarmes zunächst noch eine Zeit lang in der oberen Wand des dermaligen Enddarmes belegen ist, eine Rinne von der Ectoblastseite ist weder in diesem noch in dem vorausgehenden Stadium vorhanden.

Wie sich dieselbe in ihrer Lage zu dem Embryonalkörper und zur Allantois in dieser frühen Entwickelungszeit verhält, zeigt die Fig. 11, ein Längsschnitt durch das hintere Ende eines Kaninchenembryo, der in der Entwickelung etwa zwischen denjenigen der Fig. 8 und 10 steht, näher an 8 als an 10. Der Schnitt ist nicht ganz genau sagittal und trifft in seinem vorderen Theil die Medianlinie nicht, sonst könnten hier die drei Keimblätter nicht getrennt von einander erscheinen. Er zeigt jedoch, dass innerhalb der Amnionhöhle, also nach vorn von der Wurzel der hinteren Amnionfalte sich eine hier ziemlich schmale Stelle vorfindet, an der Ectoblast und Entoblast einander berühren (die Ausdehnung der Stelle, innerhalb deren Ectoblast und Entoblast an einander stossen, scheint bei verschiedenen Embryonen auch der gleichen Entwickelungszeit innerhalb gewisser Grenzen zu variiren. Ich finde dieselbe bei einigen anderen Durchschnittsserien nicht so breit, wie z. B. in Fig. 10). Der Entoblast erscheint entsprechend den Querschnitten verdickt und ein wenig von unten her eingebuchtet. Nach hinten folgt dann der Wulst, den die Allantoisanlage in dieser Zeit darstellt.

Der nächste Vorgang würde nun der sein, dass die bis dahin in der oberen Wand des Enddarmes belegene Stelle zugleich mit der Drehung der Allantois in die untere Wand des Darmes zu liegen kommt und damit ihre definitive Lage im Embryonalkörper erhält.

Während der Zeit der Drehung sind zur Beobachtung selbstverständlich nur Längsschnitte durch das hintere Ende des Embryonalkörpers geeignet. Diese sind genau sagittal wieder nur durch einen sehr kleinen Theil des Hinterendes zu legen, da dasselbe sich in dieser Zeit (etwa erste Hälfte des neunten Tages) bereits stärker zu krümmen beginnt.

Einen Längsschnitt aus dieser Zeit zeigt Fig. 12. Da der Schnitt (wie auch der folgende Längsschnitt) in seinem vorderen Theil erheblich

schräg fällt, so sind von demselben theilweise nur die Contouren angegeben. Der Schnitt lässt zunächst die Drehung der Allantois nach unten und vorn erkennen; damit tritt zugleich die Wurzel des Amnion mehr nach unten und in dem am weitesten nach vorn und unten reichenden Ende der Amnionhöhle liegt die Aftermembran. Gerade an diesem Präparat sind deutlich einzelne scharf umrandete Zellen zwischen Ectoblast und Entoblast gelegen, von denen nicht zu sagen ist, wohin sie gehören.

Einen ähnlichen Durchschnitt bildet auch Kölliker von Kaninchen ab (Grundriss der Entwickelungsgeschichte. 2. Aufl. Fig. 102), hier scheinen noch mehr Zellen zwischen Ectoblast und Entoblast zu liegen, derselbe würde also die Aftermembran nicht genau getroffen haben.

Sobald die Drehung der Allantois nach vorn vollendet ist, kann man auch brauchbare Querschnitte anfertigen.

Einen Querschnitt eines solchen Embryo zeigt Fig. 13 (neun Tage drei Stunden nach der Begattung. Die Embryonen desselben Uterus können, wie bekannt, grosse Verschiedenheiten in der Entwickelung zeigen). Das Rückenmark ist jetzt geschlossen, unter demselben liegt die schon in der Drehung begriffene und daher schräg getroffene Chorda. Die Leibeshöhle ist ebenfalls geschlossen, desgleichen das Amnion.

In der unteren Wand des geschlossenen Darmes, an einer Stelle, die nunmehr — deutlicher noch in den gleich zu beschreibenden Längsschnitten — als Cloake kenntlich ist, hört das mittlere Keimblatt, das die seitliche Leibeswand bilden hilft, auf, und stossen Ectoblast des Hornblattes und Entoblast des Darmrohres an einander. Das Hornblatt ist sonst ganz niedrig, einschichtig und wird nur an der Aftermembran, wo es dem Mesoblast nicht mehr anliegt, hoch.

Unverkennbar als Stelle der späteren Cloakenöffnung tritt die in Rede stehende Stelle bei zwei Längsschnitten durch das hintere Körperende von zwei älteren Embryonen auf.

Fig. 14 zeigt den Durchschnitt durch einen deutlich ausgebildeten Schwanz eines Embryo von zehn Tagen $1^1/_2$ Stunden. Das Rückenmark reicht bei einem neben dem abgebildeten gelegenen Schnitt bis fast zur Schwanzspitze, die Chorda ebenso weit und die pars caudalis intestini ist wohl entwickelt. An der Stelle der Cloake verdicken sich das Hornblatt und der Entoblast ziemlich plötzlich und es schwindet der Mesoblast zwischen beiden, sodass sie sich berühren. Die Verdickung des Hornblattes ist am hinteren Ende der Cloake am stärksten und findet sich hier auch eine leichte Einbuchtung.

Eine Grenze zwischen Entoblast und Hornblatt ist noch vorhanden. v. Mihalcowics (l. c. p. 310) beschreibt die Aftermembran des Kaninchens aus ähnlicher Entwickelungszeit, als „aus den Derivaten aller drei Keim-

blätter" bestehend. Die Abbildung, die er hierfür giebt (Taf. IV. Fig. 52), betrifft aber einen Durchschnitt, der — wie aus dem Vorhandensein von Rückenmark und Urwirbeln hervorgeht — schräg durch den Schwanztheil geht. Daraus wird sich wohl die Abweichung nach dieser Richtung erklären.

In Fig. 15 ist die Cloake eines Embryo von fast dreizehn Tagen dargestellt; es ist dies ein Zustand dicht vor der Eröffnung, die um diese Zeit der Entwickelung erfolgen muss.

An dem ziemlich genau sagittal und median gefallenen Schnitt reicht ein epithelialer Strang, der stellenweise noch ein feines Lumen zeigt, eine Strecke in den Schwanz hinein. Es ist der Rest der pars caudalis intestini, welch' letztere sich hier von hinten nach vorn langsam zurückbildet. Die Verhältnisse liegen in dieser Beziehung anders als beim Eidechsenembryo.

An der unteren Wand der Cloake sind Ectoblast und Entoblast nicht mehr von einander zu trennen; eine von aussen eindringende Grube, wie Gasser dieselbe beim Vogelembryo fand, ist nicht vorhanden; auch Kölliker vermisst dieselbe bei den von ihm untersuchten Säugethierembryonen.

Vergleicht man die Reihe der eben beschriebenen Praeparate unter einander, so ergiebt sich, wenn man von den letztbeschriebenen ausgeht, dass die Stelle der späteren Cloakenöffnung (Aftermembran) uns bei dem Embryo von fast 13 Tagen ein ähnliches Bild zeigt, wie es Gasser für den Hühnerembryo beschreibt. Es sind Ectoblast des Hornblattes und Entoblast der Cloake ohne Grenze mit einander verschmolzen; in wenig früherer Zeit findet man jedoch zwei (wenn auch zuweilen nicht in allen, so doch stets in einzelnen Stellen) von einander getrennte Zellenlagen vor und kann nun verfolgen, auf welche Weise die Stelle der späteren Cloakenöffnung allmählich von der Rückseite des dermaligen Darmrohres auf die ventrale überwandert. Immer liegt aber in dieser Entwickelungszeit die betreffende Stelle in dem letzten Abschnitt der Amnionhöhle, also vor der Wurzel der hinteren Amnionfalte und hinter dem dermalen noch vorhandenen Rest des Primitivstreifens.

Geht man noch weiter in den Entwickelungsstadien zurück, so findet man bei Embryonen von 3 bis 5 Urwirbeln, dass hier in dem Bereich des Primitivstreifens die erste Anlage der Aftermembran sich kenntlich macht.

Da übrigens hinter derselben die Differenzirung der Keimblätter bald vor sich geht, so wäre vielleicht in dem Umstand, dass diese Differenzirung etwas früher oder später vor sich gehen kann, die Erklärung dafür zu suchen sein, dass Kölliker bei seinen Praeparaten von einem Stück Primitivstreifen hinter der Aftermembran nichts beschreibt.

Durch den Umstand, dass diese Stelle hier so verhältnissmässig früh kenntlich wird, lässt sich dann auch besser als beim Vogelembryo, für den Gasser dasselbe anzunehmen geneigt ist, der Nachweis führen, dass ein,

wenn auch kleiner Theil des Primitivstreifens von hinten nach vorn zurückgebildet wird. Die beiden oberen Blätter dieses Theiles liefern die Wurzel der hinteren Amnionfalte und an der Stelle, an welcher deren Hautplatte in die Darmfaserplatte übergeht, also im Bereiche des ehemaligen Primitivstreifens, entwickelt sich weiterhin der Allantoiswulst.

Ich möchte hier auch noch eine kurze Darstellung der entsprechenden Entwickelungsvorgänge beim Reptilienembryo anschliessen, die ich ebenfalls zu untersuchen Gelegenheit hatte.

Aus dem Verhalten der Cloakenstelle zu dem Endwulst einerseits und der Anlage der Allantois andererseits und aus dem früher von mir beschriebenen eigenthümlichen Verhalten der Allantois zum Primitivstreifen ergiebt sich bereits, dass die Verhältnisse der Entwickelung hier wesentlich anders sein werden.

Berücksichtigt man das Verhalten des hinteren Körperendes eines Embryo von lacerta agilis von etwa 5 bis 6 Urwirbeln, so ergeben Längsschnitte durch dasselbe, dass die hintere Amnionfalte eben in der Anlage begriffen ist. Dieselbe hat sich von dem oberen Rand des letzten Theiles des Primitivstreifens abgespalten, der noch bleibende Rest dieses Theiles wird nach Abzug einer aus Darmfaserplatte und Entoblast bestehenden Zellenschicht zur Allantois. Letztere hängt breit mit dem späteren hinteren Körperende zusammen.

Falls man überhaupt die Stelle der späteren Cloakenöffnung hier schon bestimmen wollte, so könnte man solche nach dem oben vom Säugethier mitgetheilten nur an der Stelle suchen, an welcher die Wurzel der hinteren Amnionfalte mit dem hinteren Körperende zusammenhängt.

Ein Vergleich meiner früher hierfür gegebenen Figuren mit den vom Säugethier gegebenen lässt die Unterschiede leicht erkennen. Dieselben sind für die frühen Entwickelungsstadien gegeben, in den Differenzirungsvorgängen des sehr hohen Primitivstreifens der Eidechse gegenüber dem niedrigen Primitivstreifen des Säugethieres.

Als wesentliche Uebereinstimmung würde dagegen der Umstand zu nennen sein, dass bei beiden Thiergruppen noch ein, wenn auch kleiner Rest des Primitivstreifens hinter der Cloake gelegen ist, der in seinen Zellen die Anlage für die Allantois enthält.

Ausserdem ist hier noch weiter zu erwähnen, dass auch bei Lacerta eine Stelle am hinteren Körperende vorkommt, an der Ectoblast und Entoblast einander berühren. Dieselbe findet sich aber erst bei älteren Embryonen und betrifft eine Stelle an der oberen Wand der Allantois, wo dieselbe mit der Wurzel der hinteren Amnionfalte zusammenstösst. Hier

fehlt in ziemlicher Ausdehnung eine Lage freien Mesoblastes. Gasser[1] beschreibt eine solche für den Vogelembryo ebenfalls.

Für die Anlage der Aftermembran wird übrigens die Stelle nicht verwandt, wenigstens sicher nicht direct, wie aus dem Umstand hervorgeht, dass in einer älteren Entwickelungszeit sich in der unteren Wand der Cloake drei wohl von einander getrennte Keimblätter vorfinden. Figur 16 zeigt einen Querschnitt aus solcher Zeit, man erkennt in der unteren Cloakenwand die drei Keimblätter, die sich in gleicher Deutlichkeit, wie in dem abgebildeten Schnitt, in der ganzen unteren Cloakenwand finden; man wird einen solchen Durchschnitt von einem entsprechenden beim Kaninchen also schon an diesem Umstand sicher unterscheiden.

Ausserdem fehlen hier die cylindrischen Zellen im Hornblatt, die bei der Cloake des Kaninchens sich bis kurz vor der Eröffnung erkennen lassen es ist im Gegentheil hier der Ectoblast verdünnt. Ob wie beim Säugethier und Vogel eine Verschmelzung von Blättern der Eröffnung der Cloake vorausgeht, kann ich aus den mir vorliegenden Praeparaten nicht entnehmen.

Es sollen hier nur die in Obigem mitgetheilten Beobachtungen, soweit dieselben sich auf das Verhalten der Cloakenbildung des Kaninchens beziehen, kurz zusammengefasst werden:

1. Beim Kaninchenembryo von 4 bis 5 Urwirbeln ist die Stelle, an welcher später die Cloakenöffnung durchbricht als schmaler von zwei Wülsten begrenzter Streifen im Flächenbilde kenntlich.

2. Auf dem Durchschnitt findet man hier eine Stelle, an der Ectoblast und Entoblast einander berühren (Kölliker), die Aftermembran.

3. In der nach hinten von dieser Stelle belegenen Parietalzone sind Ectoblast und Mesoblast in der Axe nicht getrennt, findet sich also Primitivstreifen; die Aftermembran entsteht demgemäss im Bereich des Primitivstreifens, sie bildet sich hier durch seitliche Loslösung des Mesoblast vom Ectoblast.

4. In der hinter der Aftermembran belegenen Parietalzone differenzirt sich die hintere Amnionfalte, in dem Bereich des früher hier vorhandenen Primitivstreifens entwickelt sich die Allantois.

5. Mit der Anlage der hinteren Amnionfalte ist die Lage der Aftermembran in dem hinteren Ende der Amnionhöhle gegeben.

6. Bei der Bildung des Enddarmes erfolgt der Schluss desselben so, dass die Aftermembran zeitweilig in der oberen Wand des geschlossenen Enddarmes belegen ist.

---

[1] *Primitivstreifen bei Vogelembryonen.* S. 75.

Erklärung der Abbildungen.

Rr = Rückenmarksrohr.
Rf = Rückenfurche.
Pr = Primitivstreifen.
Af = Aftermembran.
Hz = Herzanlage.
Hp = Hautplatte.
Dfp = Darmfaserplatte.
Pp = Pleuroperitonealhöhle.
Ch = Chorda.
Ch k = Chordakanal.
Amnh = Amnionhöhle.
Sd = Schwanzdarm.
All = Allantois.
D = Darmrohr.
Clh = Cloakenhohlraum.

Fig. 1. Kaninchenembryo von 5 Urwirbeln von der Ectoblastfläche. Vergrösserung etwa 15/1.

Fig. 2. Querschnitt durch einen solchen Embryo an der Stelle *Af*.

Fig. 3. Querschnitt durch denselben Embryo vor *Af*.

Fig. 4. Querschnitt durch denselben Embryo dicht hinter *Af*. (Vergrösserung Leitz Oc. I. Syst. 3.)

Fig. 5. Theil eines medialen Längsschnittes durch einen gleichaltrigen Embryo an der Stelle *Af*. (Vergrösserung Leitz Oc. I. Syst. 5.)

Fig. 6. Längsschnitt durch den Chordacanal desselben Embryo. Vergrösserung wie 5.

Fig. 7. Querschnitt durch das Vorderende des Primitivstreifens (im Bereich von Hensen's Knoten) von einem Kaninchenembryo von etwa 1 mm Länge. Vergrösserung Leitz Oc. I. Syst. 7.

Fig. 8. Querschnitt durch einen Embryo von etwa 11 Urwirbeln hinter dem Primitivstreifen.

Fig. 9. Ebensolcher Schnitt von einem Hundeembryo.

Fig. 10. Querschnitt durch einen etwas älteren Kaninchenembryo (13 Urwirbel, Anfang des 9. Tages) an gleicher Stelle.

Fig. 11. Längsschnitt durch das hintere Körperende eines Kaninchenembryo neben der Medianlinie. Vergrösserung Leitz Oc. I. Syst. 3.

Fig. 12. Längsschnitt durch das hintere Körperende eines etwas älteren Embryo. Vergrösserung Leitz Oc. I. Syst. 2. (Ebenso Fig. 13, 14, 15.)

Fig. 13. Querschnitt durch einen Kaninchenembryo von 9 Tagen und 3 Stunden mit etwa 18 Urwirbeln. Cloakengegend.

Fig. 14. Längsschnitt durch das Schwanzende eines Kaninchenembryo von 10 Tagen 1½ Stunden.

Fig. 15. Medialer Längsschnitt durch das Hinterende eines Kaninchenembryo von fast 13 Tagen.

Fig. 16. Querschnitt durch die Cloakengegend eines Eidechsenembryo kurz vor Eröffnung der Cloake (annähernd in derselben Entwickelungszeit wie der Fig. 8. — *Dies Archiv.* 1884. Taf. III — abgebildete.) Vergrösserung Leitz Oc. I. Syst. 3.

Anm. In Fig. 6 ist der Uebergang des hinteren Randes der Chordaschleife in den Primitivstreifen nicht ganz dem Object entsprechend zum Ausdruck gekommen, ebenso ist in Fig. 2 die Grenze des Ectoblast gegen den Mesoblast rechts unten von der Vertiefung zu scharf.

Ueber die Alkoholreaction normalen Gelenkknorpels.

Ein Beitrag zur Histophysik.[1]

Von

Bernh. Solger,
ao. Professor der Anatomie in Greifswald.

(Hierzu Taf. V.)

Es ist gerade kein vielbetretenes Arbeitsfeld, dem das Thema angehört, das in den folgenden Zeilen erörtert werden soll. Die thierische Gewebelehre unserer Tage hat ihre grossen Erfolge auf ganz anderem Gebiete errungen: sie hat unsere morphologischen Anschauungen vom Baue des Zellkörpers und besonders des Zellkernes von Grund aus umgestaltet, und die durch eine Reihe hervorragender Forscher, W. Flemming an der Spitze, ermittelten Thatsachen erscheinen um so bedeutungsvoller, als sich — seit Schleiden's und Schwann's Zeiten zum ersten Male wieder — eine oft bis in's Einzelne gehende Uebereinstimmung in der Structur des Elementarorganismus des pflanzlichen und thierischen Körpers herausstellte. Haben somit bei der Erforschung des feineren Baues der ruhenden und sich theilenden Zelle und damit im Zusammenhange bei dem Studium des Befruchtungsvorganges beide Schwesterwissenschaften gleichen Schritt gehalten, so sind sie dagegen auf einem anderen Gebiete, dem der Mikrophysik oder im weiteren Sinne genommen, der Histophysik nicht gleichmässig vorgegangen. Das Verhalten pflanzlicher Gebilde hinsichtlich ihrer Elasticität und Weichheit, der Krümmung und Drehung, Cohäsion und Adhäsion, Quellung und Diosmose, sowie die Erkennung und Beurtheilung der betreffenden Befunde, wie sie an der Hand verschiedener Untersuchungsmethoden sich ergeben, haben

[1] Nach einem im medicinischen Verein zu Greifswald am 6. Februar d. J. gehaltenen Vortrag.

in botanischen Lehrbüchern schon längst ihre ausführlichere Darstellung gefunden.

Eine Zusammenfassung histophysikalischer Thatsachen, wie sie für die Chemie der Gewebe bereits vorliegt, hat meines Wissens die thierische Histologie noch nicht aufzuweisen; nur die Lehre von den Polarisationserscheinungen macht hiervon eine Ausnahme. Was sonst in das Gebiet der Histophysik gehört, findet sich in Zeitschriften oder Monographien zerstreut. So ist, um nur einige Punkte hervorzuheben, über den Einfluss von Zug- und Druckkräften auf die Form der Zellen von einer Anzahl von Autoren an verschiedenen Orten gehandelt worden. Pflüger hat auf Grund ausserordentlich werthvoller Experimente die Frage aufgeworfen: In wieweit wird die Richtung der Furchen des sich zerklüftenden Batrachiereies und die Zelltheilung überhaupt von der Schwerkraft beherrscht? H. Gierke hat in einer sehr dankenswerthen Abhandlung: „Färberei zu mikroskopischen Zwecken"[1] entgegen der allgemein festgehaltenen Vorstellung das Ueberwiegen physikalischer Vorgänge bei der Imprägnation thierischer Gewebe mit Farbstoffen nachdrücklich betont. Es eröffnen sich also für die physikalische Betrachtung der Gewebe nach verschiedenen Seiten hin vielversprechende Aussichten. Ob freilich die Ergebnisse der Forschung jemals derselben Sicherheit sich erfreuen werden, welche die Botanik für ihre auf demselben Felde erworbenen Errungenschaften in Anspruch nehmen darf, das muss bei der Verschiedenheit der Untersuchungsobjecte die Zukunft lehren. Die Hauptschwierigkeit scheint mir darin zu liegen, dass wir nicht überall in der Lage sein werden, die chemische und die physikalische Wirkung der von uns angewandten Mittel streng auseinander zu halten. Es lässt sich dies an dem Beispiel der Essigsäure mit aller Schärfe zeigen. Man kann, so äussert sich Ranvier,[2] die Objecte auf doppelte Weise durchsichtig machen, erstens dadurch, dass man ihre chemische Zusammensetzung ändert, und zweitens dadurch, dass man sie mit einer Substanz von ähnlichem oder gleichem Brechungsindex (Canadabalsam, Damarharz, Nelkenöl, Terpentin, Glycerin) imprägnirt. Beide Methoden können übrigens auch gleichzeitig zusammen angewandt werden. Unter den Substanzen, „welche die Gewebe chemisch modificiren" und dieselben „vermittelst dieser Art der Einwirkung durchsichtiger machen" nennt Ranvier gewisse Säuren in flüssiger Form, nämlich Ameisensäure, Salzsäure und Essigsäure. Diese Stoffe lassen gewisse Elemente, die Bündel des Bindegewebes, das granulirte Protoplasma der Zellen anschwellen und verwandeln sie in eine mehr oder weniger homogene Masse, aber sie lösen sie nicht auf, vorausgesetzt, dass sie nicht

[1] *Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie und für mikroskopische Technik.* Bd. I und II, auch als Separatabdruck. Berlin 1885.

[2] Ranvier, *Technisches Lehrbuch der Histologie.* Deutsche Uersetzung. 1877. 1. Lfg. S. 103 ff.

in zu concentrirter Lösung angewandt werden. Dass die Essigsäure in stark verdünntem Zustande wirklich „die Elemente bloss anschwellen" macht, lässt sich, wie Ranvier ausdrücklich hervorhebt, dadurch erweisen, „dass man ein Gewebe wieder auf seine ursprüngliche Form zurückführen kann, wenn man die Säure, die darauf eingewirkt hatte, wieder daraus entfernt." In diesem Falle liegt also doch wohl nur ein physikalischer Vorgang vor, oder wenigstens in erster Linie ein solcher. Die von dem Verfasser gewählte Ueberschrift: „Körper, welche die Gewebe chemisch modificiren" passt dagegen unzweifelhaft für die verhältnissmässig seltenen Fälle von Application wenig verdünnter Lösungen, durch welche die Gewebstheile „zu einer gelatinösen Masse verschmelzen, in der man auch nicht eine Spur der ursprünglichen Elemente erkennt." Wo ist nun die Grenze zwischen beiderlei Wirkungsweisen, welche Concentrationsgrade entsprechen bei den verschiedenen Geweben der einen oder der anderen? Die Entscheidung wird noch schwieriger dadurch, dass die Zeitdauer der Einwirkung ihren Einfluss geltend macht. Wie bei so vielen unserer histologischen Reagentien kommt es noch bei der Essigsäure darauf an, die Praeparate „im richtigen Zeitpunkt" zu untersuchen „indem vor diesem Moment Quellung und Aufhellung noch allzu gering, später aber die Umänderungen des Gewebes durch die Säure allzu bedeutend ausgefallen sind" (Frey, Mikroskop. 6. Aufl. S. 81).

Gerade die Gruppe der Bindesubstanzen scheint für histophysikalische Untersuchungen das dankbarste Feld abzugeben. Die Abhängigkeit des Gefüges derselben von Zug- und Druckkräften ist ja, seit H. v. Meyer das Gesetzmässige in der Anordnung der Spongiosa entdeckte, für zwei wichtige Glieder jener wohl charakterisirten Gewebsfamilie, für den Knochen und für das fibröse Gewebe (W. His) wohl allgemein anerkannt. Man ist bei dieser Erkenntniss nicht stehen geblieben. Rauber hat durch umfassende Versuche die Widerstandskräfte des Knochens zu ermitteln gesucht.[1] Interessante Aufschlüsse über das optische Verhalten des Knochens gab fast gleichzeitig V. v. Ebner.[2] Bekanntlich wird der Knochen durch Mineralsäuren (Salzsäure) erweicht, gleichzeitig quillt seine Substanz. Diese Quellung, bei welcher der Knochen glasartig durchsichtig oder durchscheinend wird, bleibt aus, wie v. Ebner zeigte, wenn die Säure einer Kochsalzlösung (10—15 procentige Kochsalzlösung auf 1—3 procentige Säure) zugesetzt wird. Der auf diese Weise erhaltene sogenannte „Knochenknorpel"[3] erscheint zunächst noch weiss und nimmt

[1] A. Rauber, *Elasticität und Festigkeit der Knochen.* Leipzig 1876.

[2] V. v. Ebner, Ueber den feineren Bau der Knochensubstanz. *Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien.* Bd. LXXII. III. Abth. Juli-Heft. 1875. 1876 erschienen.

[3] Sehnen zeigen bei gleicher Behandlung ein analoges Verhalten.

erst nach dem Auswaschen der Salzlösung das bekannte glasartige Aussehen an. An solchen Praeparaten lässt sich die fibrilläre Structur der Intercellularsubstanz, die v. Ebner übrigens auch an Querschnitten (in Wasser untersucht) erkannte, auf das Deutlichste demonstriren. — Auch der Knorpel (Gelenkknorpel) lässt, wie ich[1] vor einiger Zeit nachweisen konnte, bei bestimmter Behandlung streckenweise eine sehr auffällige Aenderung seines bekannten optischen Verhaltens erkennen, und zwar handelt es sich auch hier wieder um opak bleibende und glasartig durchsichtig werdende Partien.[2] Distale Femurenden und proximale Abschnitte der Tibia, deren Knorpelüberzug als normal zu bezeichnen war, wurden in möglichst frischem Zustand in reichliche Mengen von absolutem Alkohol (Aethylalkohol) versenkt. Während an den frisch untersuchten Femurabschnitten erhebliche Niveauunterschiede nur in Form jener bekannten Grenzmarken vorhanden waren, die gegen die Incisura intercondyloidea hin convergiren und die Superficies patellaris von den beiden gewölbten Condylenflächen trennen, konnte man im Verlaufe von 24 Stunden allmählich immer deutlicher erkennen, dass der Knorpelüberzug nicht überall dieselbe Höhe beibehielt, sondern — und zwar vorwiegend im Gebiet der Condylen — beträchtlich schrumpfte. (Dass die Niveaudifferenz nicht umgekehrt durch Quellung gewisser Abschnitte zu Stande kommt, wurde, obwohl nach Allem, was über die Alkoholwirkung bekannt ist, von vornherein nicht daran zu zweifeln war, zum Ueberfluss auch noch durch vergleichende Messungen festgestellt).

Mit diesem Niveau-Unterschied ging eine Verschiedenheit des optischen Verhaltens Hand in Hand. Die geschrumpften Bezirke waren glasartig durchsichtig geworden, die nicht geschrumpften hatten das Aussehen des frischen Knorpels beibehalten. Ich habe nun seit der Abfassung meiner ersten Mittheilung den Gegenstand stets im Auge behalten und kann als ganz sicher hinzufügen, dass die bezeichnete Erscheinung in allen Extremitätengelenken und vielleicht in allen Gelenken überhaupt in ganz derselben Weise zur Beobachtung zu bringen ist. Ich habe wohl bei 30 Individuen der verschiedensten Altersstufen zwischen dem 15. und 65. Lebensjahre die Untersuchung durchweg mit demselben Erfolg angestellt. Dass es sich dabei überall um vollkommen normale Gelenke handelte, möchte ich ausdrücklich hervorheben. Wir haben also keinen Grund zu bezweifeln, dass die durch Alkohol hervorzurufende Differenzirung des vorher gleich-

[1] B. Solger, Ueber das verschiedene optische Verhalten bestimmter Abschnitte anscheinend normalen Gelenkknorpels nach Einwirkung von absolutem Alkohol. Virchow's *Archiv*. Bd. CII. S. 258—262. Taf. IV.

[2] Hier ist zunächst nur von dem Gelenkknorpel die Rede, dessen Dicke ja bis 2 mm betragen kann. Dass derselbe, wie der hyaline Knorpel überhaupt, „in feineren Schnitten wasserklar und durchsichtig" (Frey) ist, kommt einstweilen nicht in Betracht.

mässigen Knorpelüberzugs, wodurch zwei Bezirke von so auffallender Verschiedenheit unterscheidbar werden, durchaus in das Bereich normaler Gewebsveränderung fällt, wie sie gerade das Knorpelgewebe während der postembryonalen Entwickelung mehrfach erleidet. So stellt, um nur einen Punkt herauszugreifen, die Verkalkung der tiefsten Partien des Gelenkknorpels bei bejahrteren Leuten so regelmässig sich ein, dass es Niemand in den Sinn kommen wird, sie als pathologisch zu bezeichnen, denn ebensowenig wie die in Rede stehende Veränderung hat sie die geringsten Störungen der Function des betreffenden Gelenkes zur Folge (vergl. Kölliker Gewebelehre. 5. Aufl. S. 67, ferner Cornil und Ranvier).

Die Verkalkung der dem Knochen benachbarten Knorpelpartien tritt übrigens im Bereiche des Glasknorpels[1] aus naheliegenden Gründen besonders leicht zu Tage; hier erscheint die betreffende Schicht an Praeparaten, die nicht zu lange in Alkohol gelegen haben, unter der Form schwefelgelber Flecken, die, wie in Fig. 1 dieser Abhandlung, in Gruppen beisammenstehen: die Farbe der wegen ihres Blutreichthums nach Einwirkung des Alkohols braun gewordenen Substantia spongiosa der betreffenden Epiphyse ist in der angegebenen Weise lichter geworden.

Die soeben angeführte Abbildung giebt mir Veranlassung auf einen Punkt zurückzukommen, den ich schon in meiner früheren Publication (a. a. O. S. 261) berührte. Ich hatte an der bezeichneten Stelle darauf aufmerksam gemacht, dass „Continuitätstrennungen (Einschnitte), die vor der Einwirkung des Alkohols an Knorpelpartien, die später in Alkohol durchsichtig werden, angebracht worden waren, eine Aenderung des optischen Verhaltens zur Folge" hätten. Im Umkreis des Schnittes aber bleibt die Substanz opak; leider ist dieses Verhalten in Fig. 2 der beigefügten Tafel (bei *sch*) nicht deutlich zu erkennen, weil der gelbe Farbenton auch die punktirte Zone überdeckt. Ich möchte hier noch beifügen, dass in der nächsten Umgebung von Einschnitten, die senkrecht zur Oberfläche des Knorpels geführt werden, die Schrumpfung ausbleibt. Die freien Ränder des Schnittes ragen also über das Niveau ihrer glasigen Nachbarschaft hervor. Uebrigens ist das Ergebniss immer das gleiche, in welcher Richtung zur Medianebene man auch die Verticalschnitte führen mag. Im Bereich des opaken Knorpels ändern dagegen derartige Continuitätstrennungen nicht das Geringste an dem Aussehen desselben.

---

[1] So will ich in Zukunft, wo die Kürze der Ausdrucksweise es verlangt, die in absolutem Alkohol (genauer 96 procentigem Alkohol) durchsichtig werdende Varietät des Hyalinknorpels bezeichnen. „Hyalin" bedeutet freilich selbst schon „gläsern". — Die opak bleibenden Bezirke sollen, im Anschluss an eine für die Sclera gebrauchte Bezeichnung E. v. Feischl's (1880) „Porzellanknorpel" heissen.

Ich habe ferner den Versuch in der Weise abgeändert, dass ich in tangentialer Richtung von der gewölbten Knorpeloberfläche Scheiben von der Dicke eines halben oder eines ganzen Millimeters mit dem Messer abtrug. Auch hier war das Ergebniss ähnlich dem des vorigen Versuches. Im Bereich des Porzellanknorpels, der dadurch erheblich dünner geworden war, wurde durch derartige Eingriffe Nichts geändert, nur war die zurückbleibende Schicht je nach ihrer Dicke etwas durchscheinender geworden. Im Gebiet des Glasknorpels erscheint die Schnittfläche — unter Alkohol gehalten — grösstentheils opak, porzellanartig. Nimmt man gar das Praeparat aus der Flüssigkeit heraus und lässt es einige Minuten an der Luft verweilen, bis die Schnittfläche eben trocken geworden ist, so erscheint dieselbe nun wie weiss lackirt, während das glasartige Aussehen der weiteren Umgebung nach wie vor fortbesteht. Das intensive Weiss ist auf die eigentliche Schnittfläche beschränkt; in der Tiefe erstreckt es sich, immer schwächer werdend, über die Ränder derselben hinaus. — Beide Anordnungen des Versuches laufen wesentlich auf dasselbe hinaus. In beiden Fällen konnten die Molecüle der Intercellularsubstanz bei der durch den Alkohol bewirkten Schrumpfung nicht in derselben gleichmässigen Lagerung bleiben, wie sie im Gebiete des Glasknorpels -- es wird das in einem folgenden Artikel nochmals zur Sprache kommen — gewahrt wird. Die Lichtreflexe, die in den gleichsinnigen Ebenen des intacten glasigen Knorpels fehlen, hier aber zu Stande kommen, weisen unzweideutig darauf hin. — Von wie grosser Bedeutung Aenderungen der Spannung (und der Dichtigkeit) des Knorpels für das Eindringen und den Modus der Ausbreitung gewisser Reagentien sein können, geht schon aus den Erfahrungen hervor, die wir Flesch[1] bezüglich des Verhaltens der Lösungen von Argentum nitricum verdanken. Als Untersuchungsobject diente ihm der Knorpelüberzug des Femurkopfes des Frosches.

Weiterhin wurde von mir nach einem gesetzmässigen Verhalten der beiden einander zugekehrten Gelenkenden bezüglich der Ausdehnung der Differenzirung gesucht. Eine derartige Feststellung wird nun aber — und das gilt auch hinsichtlich der Frage nach der gleich zu besprechenden Symmetrie des Processes und der mit dem Alter wachsenden Ausbreitung desselben — nicht unerheblich durch den Umstand erschwert, dass der Glasknorpel bei seinem ersten Auftreten und seiner allmählichen Zunahme nicht die ganze Dicke des Knorpelüberzuges gleichmässig durchsetzt, sondern von den tiefsten Schichten

---

[1] Flesch, Bemerkungen zur Kritik der Tinctionspraeparate. *Zeitschrift für wissenschaftl. Mikroskopie und für mikroskopische Technik.* Bd. II. Hft. 4. S. 469—471. Die betreffenden Angaben sind aus einer früheren Specialuntersuchung des Verfassers reproducirt.

desselben gegen die Oberfläche vorrückt. Solche Uebergangsformen, denen oft nur sehr wenig an Vollwerthigkeit abgeht, sind keineswegs immer leicht richtig zu taxiren. Die folgende Angabe kann daher nur auf den Werth einer ungefähren Schätzung Anspruch erheben. Unter dieser Voraussetznng lässt sich dann als Ergebniss vielfältiger Prüfung der Satz aufstellen, dass die Ausdehnung der Differenzirung in die beiden mehrfach charakterisirten Zonen im Bereiche zweier einander zugekehrter Gelenkabschnitte im Allgemeinen die gleiche ist. Ist z. B. die Ausdehnung des Glasknorpels an einem Gelenkkopf eine mässige, so pflegt dieselbe sich auch an der zugehörigen Pfanne innerhalb entsprechender Grenzen zu halten.

Wichtiger als die wechselseitigen Beziehungen der mit einander zu einem Gelenk verbundenen Skelettheile oder genauer der einander zugekehrten Knorpelflächen war für den Fortgang der Untersuchung die Entdeckung der Symmetrie des Differenzirungsprozesses. Ich habe eine ziemlich grosse Anzahl (etwa je ein Dutzend) bestimmter Gelenkenden (distale Femurabschnitte, proximale Flächen der Tibia und des Talus) eigens zu dem Zwecke in Aethylalkohol[1] eingelegt, um mich zu vergewissern, ob wirklich die correspondirenden Flächen beider Körperhälften in dem fraglichen Punkte Uebereinstimmung zeigen, und bin zu dem Ergebniss gelangt, dass es sich thatsächlich so verhält. Besonders an dem proximalen Ende der Tibia war die Symmetrie der häufig recht complicirt verlaufenden Grenzlinien oft bis in's Einzelne ausgeprägt. Die Eruirung dieses Thatbestandes war deshalb von Bedeutung, weil nun die Möglichkeit vorlag, die Wirkung des Aethylalkohols mit derjenigen anderer wasserentziehender Reagentien von einem sicheren Standpunkt aus in Vergleich zu ziehen. Die Ergebnisse dieser Versuche sollen weiter unten mitgetheilt werden.

In meiner ersten Publication über den vorliegenden Gegenstand, die Ende Juli 1885 niedergeschrieben wurde, gab ich der Meinung Ausdruck, dass die glasige Modification des Gelenkknorpels „mit zunehmendem Alter in typischer Weise“ um sich greife. Für das distale Femurende, auf dessen Bilder ich mich damals vorwiegend stützte, muss ich diese Ansicht auch jetzt noch im Grossen und Ganzen als zutreffend erklären, wenn man sich auch hüten muss, daraus etwa das Jahrzehnt des Lebensalters vorher zu sagen, in welchem das betreffende Individuum gestanden hatte. An der oberen Gelenkfläche des Talus und an den Malleolarflächen desselben tritt ein viel weniger gesetzmässiges Verhalten zu Tage. Das Resultat einer Versuchsreihe von fünf verschiedenen Individuen, von

[1] Wenn später im Interesse der Kürze des Ausdrucks von „Alkoholwirkung“ die Rede ist, so ist stets an Aethylalkohol zu denken.

denen vier eines plötzlichen Todes gestorben waren (drei Selbstmörder, ein Fall von Kohlenoxydgasvergiftung) und deren Gelenke durchaus normal sich verhielten, lässt sich am übersichtlichsten dadurch darstellen, dass ich die Lebensjahre der Einzelnen in der Ordnung aufführe, wonach jede folgende Ziffer einer weiteren Ausdehnung der Differenzirung entspricht; wir erhalten dann folgende Reihe: 36, 41, 15, 35, 25.

Bei meinen bisherigen Versuchen hatten die Objecte sowohl, als der verwendete Alkohol eine Temperatur, die etwa zwischen 12—20° R. schwankte. Wie allgemein bekannt, werden durch Erwärmung die Körper, gleichviel ob sie starr, tropfbar-flüssig oder gasförmig sind, ausgedehnt. Ihr Volum vergrössert sich, die Molecüle müssen sich also dabei von einander entfernen. Temperaturerniedrigung hat dagegen Verminderung des Volums, also Annäherung der Molecüle zur Folge. Ich werde im späteren Verlaufe der Untersuchung die Gelegenheit wahrnehmen, Versuche innerhalb weiterer Temperaturgrenzen anzustellen (Versuche mit stark erwärmtem oder abgekühltem Alkohol und in derselben Weise oder entgegengesetzt behandeltem Objecte). Ebenso bleibt das Maximum des Wassergehaltes des Aethylalkohols noch festzustellen, bei welchem die Reaction noch eintritt. Der in den anatomischen Instituten in der Regel für Sammlungspraeparate benutzte Spiritus ist natürlich schon zu wasserhaltig.

Treten wir nun der Frage näher: Worauf beruht das Eintreten einer so auffälligen Differenzirung innerhalb einer anscheinend gleichartigen Knorpelplatte, die der längeren Einwirkung von Aethylalkohol ausgesetzt war? — Man wird zunächst wohl daran denken, dass der Durchmesser des Knorpelbelages hierbei entscheidend sein möchte. Allein diese Vorstellung muss als unzutreffend aufgegeben werden, wenn man eine nur einigermaassen umfängliche Reihe von Praeparaten mit Bezug auf diesen Punkt einer Prüfung unterzieht. Halten wir uns hier an Fig. 1 und Fig. 3 der beigegebenen Tafel! Der Knorpelüberzug der Gelenkenden pflegt in den centralen Partien, einerlei, ob es sich um einen convexen oder concaven Abschnitt handelt, am dicksten zu sein und gegen die Ränder successive sich zu verdünnen. Daraus folgt, beiläufig bemerkt, dass auch bei völlig congruenten Knorpelflächen die von denselben entblössten Knorpelenden unter allen Umständen einander incongruent sein müssen. Im Bereich der Superficies patellaris (*sp* Fig. 1) entspricht nun allerdings das Auftreten von Glasknorpel den dünnsten Knorpelstrecken. Anders im Bereiche des lateralen Condylus (*l*). Hier zieht sich ein ziemlich breiter Saum opaken Knorpels längs des lateralen Randes der Incisur nach hinten und ganz gewöhnlich ist auch der gegenüberliegende mediale Rand derselben in dieser Weise eingefasst (vgl. Virchow's *Archiv*, Bd. CII, Taf. IV). Dieselbe Incongruenz zwischen der Ausdehnung des

Glasknorpels einerseits und dem Durchmesser des Knorpelüberzugs andererseits ergiebt ein Schnitt, der etwa durch die Eminentiae intercondyloideae der Tibia (Fig. 3) in frontaler Richtung gelegt wurde. Schneidet man, bevor man die Gelenkenden mit Aethylalkohol übergiesst, Scheiben in tangentialer Richtung von Knorpelstellen ab, die später als opak bleibende sich herausstellen, so nimmt, obwohl der Knorpel dünner geworden ist, die betreffende Stelle dennoch glasartige Beschaffenheit nicht an. Auf einer einfachen Differenz der Dicke des Knorpelüberzugs kann also, wie ich schon früher (a. a. O. S. 201) betonte, die Erscheinung nicht beruhen.

Es erhebt sich ferner die Frage, ob etwa die Alkoholreaction auf eine functionelle Structur im Sinne von Roux hinweist. Die Grenzen der Superficies patellaris, die man hier zunächst in's Auge fassen wird, die „rainures" französischer Autoren, fallen mit denen der beiden Knorpelgebiete nirgends auf grössere Strecken zusammen (vgl. Taf. IV in Virchow's *Archiv*, Bd. CII und Fig. 1 dieser Abhandlung). Dagegen ist nicht zu leugnen, dass die Ausdehnung des opaken Knorpels, wie er nach Alkoholbehandlung bei Individuen mittlerer Lebensjahre zum Vorschein kommt, mit der Rutschbahn der Patella, wie sie neuerdings H. v. Meyer[1] darstellt, auffallend übereinstimmen kann. Aber diese Uebereinstimmung besteht doch nur von einer gewissen Lebensperiode ab und auch dann nur vorübergehend; schliesslich greift die Structuralteration, die durch die Alkoholbehandlung sichtbar gemacht wird, auch auf den bisher noch verschonten Bezirk über und kann ihn unter Umständen gänzlich occupiren. Der einzige Anhaltspunkt, der für das Bestehen einer functionellen Structur sich darbietet, ergiebt sich aus der Vergleichung der einzelnen Bezirke der Gelenkflächen unter einander mit Bezug auf die Belastung derselben beim aufrechten Stehen und Gehen. Ich habe den Eindruck erhalten (bestimmter möchte ich mich nicht ausdrücken), als ob diejenigen Partien des Gelenkknorpels der unteren Extremität, welche beim Stehen und Gehen durch die Last des Körpers besonders in Anspruch genommen werden, frühzeitiger und constanter die Alkoholreaction zeigten, als die übrigen.

In meinem früheren Aufsatze glaubte ich über den Grund der Erscheinung einstweilen nur soviel sagen zu können, dass „eine Alteration der Intercellularsubstanz vorzuliegen scheint, die mit geringerem Gehalt an Gewebsflüssigkeit oder mangelhaftem Festhalten derselben einem wasserentziehenden Reagenz (Alkohol) gegenüber einhergeht." Dass dem hyalinen Knorpel bald ein grösserer bald ein geringerer Gehalt an Wasser zukommen

[1] H. v. Meyer, Der Mechanismus der Kniescheibe. *Dies Archiv.* Anat. Abthlg. 1880. S. 280 ff.

kann, ist ja längst bekannt.[1] Das Neue meiner Mittheilung würde sich mithin hauptsächlich auf die Methode des Nachweises jener Verschiedenheit des Wassergehaltes beschränken. Es lag nun jedenfalls nahe, die Wirkung anderer wasserentziehender Substanzen mit derjenigen des Aethylalkohols zu vergleichen. Das Bestehen einer nicht zu verkennenden Symmetrie beider Körperhälften hinsichtlich der Ausbreitung der Alkoholreaction musste hierbei, wie schon oben angedeutet wurde, besonders zu Statten kommen. Allein die Versuche mit Aether und Kreosot, die ich zunächst anstellte, ergaben stets ein negatives Resultat. Irgend eine mit der Alkoholreaction vergleichbare Wirkung trat nicht zu Tage, der Knorpelüberzug blieb opak. Ich habe nach diesen wenig ermuthigenden Erfahrungen es zunächst noch unterlassen, Kali aceticum oder, was mir von befreundeter Seite als ein besonders energisch wasseranziehendes Mittel empfohlen wurde, Chlorcalium dem Gelenkknorpel gegenüber zu prüfen. Es wird sich später zeigen, ob sie mehr leisten, als Methylalkohol (Holzgeist), mit dem ich in jüngster Zeit experimentirte.

Der Methylalkohol (CH_4O) dient bekanntlich vielfach, namentlich in England, als Surrogat für den Aethylalkohol (C_2H_6O). Die Erfahrung hat gelehrt,[2] dass die aus Methylalkohol kommenden Schnitte von Terpentinöl, in das sie behufs Aufhellung gebracht wurden, etwas leichter durchdrungen werden, als diejenigen, welche direct aus dem absoluten Aethylalkohol in jenes Oel übertragen worden waren. Man verfährt zu diesem Zwecke so, dass, „die mittelst absoluten Alkohol entwässerten Schnitte für kurze Zeit in reinen, starken Methylalkohol gebracht, dann aus diesem herausgenommen und, schon im ersten Abtrocknen begriffen, in Terpentinöl geworfen“ werden. Die Verwendung des Methylalkohols als Zusatz zu der blauen Beale'schen Injectionsflüssigkeit (a. a. O. S. 116 und 117) kann hier füglich übergangen werden; dagegen müssen wir bei der Benützung desselben als Einschlussmittel für mikroskopische Praeparate etwas verweilen. In starker Verdünnung mit Wasser (1 : 10) wurde derselbe vor längerer Zeit von Queckett hierzu empfohlen. Diese Mischung hat nun als Einschlussmasse, wie Frey (a. a. O. S. 137) bemerkt, einen Uebelstand: die meisten Praeparate nehmen nämlich nach längerem Verweilen innerhalb desselben „wie bei der Essigsäuremischung eine körnige Beschaffenheit“ an.

Aus diesen Literaturangaben liess sich kaum vorhersagen, in welchem Sinne die Wirkung des Methylalkohols dem Gelenkknorpel gegenüber ausfallen würde. Der Versuch selbst lehrte Folgendes: Methylalkohol lässt die Differenzirung im opaken und glasigen Knorpel nicht hervortreten. Der Knorpel scheint eher gleichmässig an Undurchsichtigkeit

---

[1] s. Toldt, *Lehrbuch der Gewebelehre*. S. 102.

[2] s. Frey, *Das Mikroskop*. 6. Aufl. S. 88.

noch etwas gewonnen zu haben. Praeparate mit wohl ausgesprochener Aethylalkoholreaction (Differenzirung in Glas- und Porzellanknorpel) ändern durch nachträgliches Einlegen in Methylalkohol auch nach tagelangem Verweilen in demselben ihr Aussehen nicht; ebensowenig werden aber Knorpelflächen, die erst in Methylalkohol gelegen hatten, in ihrem optischen Verhalten beeinflusst, wenn sie nachträglich in Aethylalkohol gebracht werden. Versuche dieser Art habe ich übrigens erst dann als beweiskräftig angesehen, nachdem an dem betreffenden Gelenkende der anderen Körperhälfte durch Einwirkung von Aethylalkohol die bekannte Differenzirung hervorgerufen war. In ganz derselben Weise verhindert die Vorbehandlung des Knorpels mit Wasser, verdünntem Alkohol (Spiritus), Aether, Kreosot das spätere Auftreten der Aethylalkoholreaction.

Zu den Substanzen, die energisch Wasser anziehen, gehört auch das Glycerin. Dasselbe beeinflusst wie der Aethylalkohol den Grad der Durchsichtigkeit und das Niveau des frischen Gelenkknorpels, allein eigenthümlicher Weise in dem entgegengesetzten Sinne wie jener. Ich stütze mich hierbei auf Erfahrungen am Talus, wo der Unterschied am schärfsten zu Tage trat und bitte zur Erläuterung des Gesagten die Fig. 4—6 der beigegebenen Tafel zu berücksichtigen. Fig. 4 giebt die Ausdehnung der glasigen Bezirke in hellbraunrother Farbe wieder, wie sie nach Einlegen in Alkohol an dem genannten Skelettheil der linken Körperhälfte eines Erwachsenen sich darstellten. Diese Bezirke sind gleichzeitig niedriger, gleichsam eingesunken im Vergleich zur opaken Umgebung. Die folgenden Figuren (5 und 6) beziehen sich auf den rechtsseitigen Talus desselben Individuums, eines 36jährigen Selbstmörders. Hier verhält sich der Knorpelüberzug 1) mit Bezug auf das Niveau dem vorigen gerade entgegengesetzt und 2) hinsichtlich seiner Durchsichtigkeit bis zu einem gewissen Grade entgegengesetzt. Ich erörtere zunächst den zuerst aufgeführten Punkt: Bezirke, die bei Alkoholbehandlung nicht oder kaum merklich geschrumpft waren, welche ihr altes Niveau also der Hauptsache nach beibehalten hatten, sind niedrig geworden und umgekehrt; oft genug ist die Grenze der beiderseitigen Gebiete durch einen scharf geschnittenen Abhang markirt. Wenden wir uns nun zu dem zweiten Punkt. Zonen, die dort (Fig. 4) ihr opakes Aussehen bewahrt hatten, sind hier (Fig. 5) ganz durchsichtig geworden und solche Partien, welche dort glasartig durchsichtig erschienen, sind hier zwar nicht völlig opak geblieben, zeigen aber doch wenigstens einen erheblich geringeren Grad von Transparenz, als die in Fig. 4 hellbraunroth wiedergegebenen Gebiete. Legt man nun den Talus, nachdem er zwei Tage in Glycerin gelegen hatte, nachträglich auf ebensolange Zeit in absoluten Aethylalkohol, so gleichen sich die durch das erstgenannte Mittel hervorgebrachten Niveau-Differenzen nicht aus, sondern bleiben nach wie vor bestehen. An

Transparenz hat der Knorpel dagegen beträchtlich eingebüsst, aber doch auch wieder in dem Sinne der Glycerinwirkung, die, wie bemerkt, der unmittelbaren Alkoholwirkung entgegengesetzt sich verhält: die in Glycerin halb opak gebliebenen Partien (Fig. 5 a) sind nun vollständig opak (Fig. 6 a), die vorhin ganz durchsichtigen Randzonen (Fig. 5 c) sind halb-opak (Fig. 6 b) geworden. — Kann die Alkoholreaction, frage ich nun auf Grund der soeben vorgetragenen Erfahrungen, aus einer einfachen, wenn auch vollständigeren Entziehung von Wasser oder Gewebsflüssigkeit erklärt werden? Auf keinen Fall; denn eine ganze Anzahl wasserentziehender Substanzen geben diese Wirkung nicht, eine, das Glycerin, reagirt sogar in dem entgegengesetzten Sinne. In Alkohol wird der Knorpel allerdings wasserarm, aber wohl durchweg in demselben Grade. Ich kann wenigstens den Beweis nicht liefern, dass die opaken Zonen eine Spur Wasser oder Gewebsflüssigkeit mehr enthielten, als die glasig durchsichtig gewordenen und muss daher zugestehen, dass meine Annahme (a. a. O. S. 262), wonach dem Aussehen des Glasknorpels eine Alteration der Intercellularsubstanz zu Grunde liege, die „mit geringerem Gehalt an Gewebsflüssigkeit oder mangelhaftem Festhalten derselben einem wasserentziehenden Reagens gegenüber einhergehe," eine voreilige war.

Handelt es sich vielleicht um eine rein chemische Wirkung des Aethylalkohol, so zwar, dass derselbe mit gewissen Bestandtheilen des Knorpels an bestimmten Stellen eine Verbindung eingeht, während dieselbe an anderen Stellen nicht zu Stande kommt? Auch diese Anschauung wird man von der Hand weisen müssen, denn ein rein mechanischer Eingriff (Einschnitt) genügt, um die Umwandlung des Glasknorpels in solchen von opakem Aussehen herbeizuführen. Aus demselben Grunde ist auch nicht daran zu denken, dass histologische Besonderheiten das optische Verhalten beeinflussen möchten.

Allerdings lässt sich, wie Spina[1] zeigte, gerade durch Behandlung mit Alkohol und Belassung der mikroskopischen Praeparate in demselben im Hyalinknorpel eine Structur nachweisen, die dem Beobachter, der die Schnitte in der üblichen Weise mit aufhellenden Mitteln (Glycerin und dergl.) behandelt, verborgen bleibt. Spina legt die mit Knorpel überzogenen frischen Gelenkenden — er scheint sich dieselbon ausschliesslich vom Frosche beschafft zu haben — auf 3—4 Tage in Alkohol, entnimmt hierauf dem Materiale direct (ohne zu entkalken) feine Schnitte, die er, wie schon bemerkt, in Alkohl untersucht. Er beschreibt und zeichnet nun folgendes Structurverhältniss: Von

[1] A. Spina, Ueber die Saftbahnen des hyalinen Knorpels. *Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der Akademie der Wissenschaften zu Wien.* 1879. Bd. LXXX. Abth. III.

den Zellen gehen solide Fortsätze aus, die zunächst in mehr radiärer Richtung in die Grundsubstanz einstrahlen, wobei sich die Fortsätze benachbarter Zellen mit einander in Verbindung setzen; an manchen Zellen vereinigen sich dieselben auch unter spitzen Winkeln und formiren auf diese Weise ein zierliches Netzwerk. — Der Gelenkknorpel des erwachsenen Menschen ist schon wegen der geringen Dimensionen seiner Zellen sowohl als der Hohlräume, in welchen dieselben liegen, kein günstiges Object, um zu entscheiden, ob die durch Alkohol sichtbar zu machende Zeichnung wirklich auf Zellenausläufer zu beziehen ist oder nicht. Hierzu kommt noch hinderlich der Umstand hinzu, dass in den mir zu Gebote stehenden Praeparaten die Formbestandtheile des Gewebes erst längere Zeit nach dem Tode (1—2 Tage) in Alkohol fixirt werden konnten. Allein soviel steht fest, dass man auch im menschlichen Gelenkknorpel eine ganz ähnliche Zeichnung wahrnimmt, wenn man nach Spina's Methode verfährt; man trifft sie aber ebensowohl innerhalb der glasigen wie der opaken Zone.

Auch sonst hat sich kein Anhaltspunkt für das Bestehen irgend welcher morphologischer[1] Structurunterschiede zwischen den beiden Gebieten ergeben. Mit voller Sicherheit kann ich insbesondere die Vermuthung zurückweisen, als ob vielleicht die sogenannte „faserige Zerklüftung" mit im Spiel sei. Sie äussert sich als gröbere oder feinere streifige Zeichnung der Intercellularsubstanz, die (zum Unterschied von dem eben besprochenen „Canälchensystem") schon am frischen Knorpel hervortritt, in den verschiedensten Reagentien (Chromsäure in schwachen Lösungen, Müller'sche Flüssigkeit, Alkohol) sich erhält und auf locker zusammengehaltene Fibrillen zu beziehen ist. Ich habe nun in dem oberen Gelenkende der Tibia eine Localität kennen gelernt, an welcher unter normalen Verhältnissen bei Individuen mittlerer Lebensjahre diese faserige Zerklüftung ganz gewöhnlich in der Weise zum Ausdruck gelangt, dass sie das Aussehen[2] und die Consistenz des Knorpelüberzugs beeinflusst. Man bemerkt nämlich nach Entfernung der Menisci und zwar besonders deutlich an der Gelenkfläche des medialen Condyls, dass ein centrales Feld von einem peripherischen Saume sich abhebt. Im Bereich des letzteren (Fig. 2 p) ist der Knorpel glatt, bläulich, weiss, undurchsichtig, im Gebiet des ersteren (Fig. 2 c) erscheint er von mehr graulicher Farbe, halb durchscheinend und der darüber streichende Finger hat das Gefühl einer leichten Rauhigkeit. Die bei den Gelenkflächen eigenthümlichen Formen der betreffenden Bezirke c und p ergeben sich gleichfalls aus der Abbildung. Am medialen Condyl umgreift das Feld p das central gelegene c in Form eines sichelförmig nach vorne sich

[1] Zum Unterschied von der Molecularstructur (W. Müller 1861).
[2] Vergl. Fig. 2.

verschmälernden Saumes; dabei besteht ein unverkennbarer Niveau-Unterschied: c ist in seinem peripherischen Theil vertieft, so dass der centrale Rand von p als deutlich vorspringende Kante sich markirt. Im Bereich des lateralen Condylus fällt dieser Niveau-Unterschied weg und darauf beruht hauptsächlich die geringere Schärfe der Begrenzung beider Abtheilungen. Dennoch erkennt man ohne Schwierigkeit, dass das Feld p verhältnissmässig und absolut breiter ist als c. Ich habe, wie schon bemerkt, an Individuen mittlerer Lebensjahre das geschilderte Verhältniss stets so angetroffen und schliesslich denselben Befund auch an zwei plötzlich verstorbenen (etwa 20 jährigen) Personen erhalten, so dass nicht daran zu zweifeln ist, dass es sich um eine normale Erscheinung handelt. — Der Niveau-Unterschied am Knorpel des medialen Condyls ist übrigens schon beim 6 monatlichen Foetus unverkennbar.

Macht man senkrechte Schnitte durch den Knorpelüberzug eines der Condylen, so überzeugt man sich, dass das veränderte optische Verhalten der centralen Partie nicht etwa darauf zurückzuführen ist, dass der Knorpel hier dünner ist, als an der Peripherie, letzterer erreicht vielmehr gerade im Bereiche des Feldes c, seine grösste Mächtigkeit. Man erkennt dann ferner, dass nur die oberflächlichen Partien des Knorpelbelages durchscheinend sind. Hand in Hand mit der Aenderung des Lichtbrechungsvermögens geht eine Modification der Consistenz. Die durchscheinenden Zonen sind elastischer als die opaken, sie weichen dem Druck des Messers leicht aus.

Dass die Form der peripheren Säume p, wie sie am exarticulirten Unterschenkel uns entgegentreten, mit der charakteristischen Gestaltung der Semilunarknorpel im Allgemeinen übereinstimmt, erhellt ohne Weiteres aus dem bisher Mitgetheilten. Allein die Menisci sind doch veränderliche Gebilde. Es schien mir daher von Interesse, zu constatiren, ob die Begrenzung der centralen Felder c in irgend einer Stellung des Gelenkes mit dem von den Menisci freigelassenen Raum sich deckt. Ich suchte mir daher vor Allem über die Formverschiedenheiten der Menisci während der extremsten Beugung und Streckung durch eigene Untersuchung Aufklärung zu verschaffen und gelangte zu dem Ergebniss, dass am normalen Knorpelüberzug des oberen Tibiaendes jene Sonderung des Gewebes soweit Platz greift, als der Knorpel in der Strecklage von den Menisci unbedeckt bleibt. **Beim aufrechten Stehen ruht also das distale Femurende des Erwachsenen überall auf elastischen Polstern**, die in dieser Eigenschaft dem Hyalinknorpel weit voranstehen, nämlich den Bandscheiben einerseits und den von ihnen frei gelassenen centralen Knorpelfeldern (c) andererseits. Die mikroskopische Untersuchung gab folgende Punkte, die gut zu dem stimmen, was mit unbewaffnetem Auge zu ermitteln war, an die Hand: Schnitte aus den

peripheren Saume, in verdünntem Glycerin untersucht, zeigen eine glatte Oberfläche und eine hyaline Zwischensubstanz auch in den obersten Schichten. Schnitte aus dem centralen Felde lassen dagegen conische Vorragungen an ihrem freien Rande und eine demselben parallel laufende faserige Zerklüftung der Intercellularsubstanz erkennen. Praeparate aus beiden Zonen in wässrigen Carminlösungen (Picrocarmin, Beale'sches Carmin) gefärbt unterscheiden sich gleichfalls von einander. Im ersteren Falle bleibt die Imbibition der oberflächlichen Schicht aus, im letzteren Falle setzt sich dieselbe als rother Streifen von den tieferen ungefärbt bleibenden Partien ab.

Durch vielfältige Versuche konnte ich mich nun überzeugen, dass die faserige Zerklüftung der oberflächlichen Schichten für das Eintreten der Alkoholreaction ohne Belang ist. In Fig. 3 habe ich eines der zahlreichen Praeparate abgebildet. Das Gebiet des Glasknorpels greift bald weit über die faserig zerklüftete Zone hinaus, bald hält es sich wieder von ihrer Grenze fern, und nur insofern besteht eine übrigens belanglose Beziehung zwischen dem centralen Felde c und der Alkoholreaction, als ihr erstes Auftreten am distalen Gelenkende der Tibia allerdings in das Bereich jenes Feldes fällt. Aber auch dann tritt dieselbe, wie ich schon oben hervorhob, in den tiefsten Knorpelstücken zuerst auf, die doch von der faserigen Zerklüftung frei geblieben waren.

Wenn man in Erwägung zieht, dass wir über den Grund des opaken Aussehens homogener Substanzen (Talg, Paraffin, Wachs und dergl.) zur Zeit noch keineswegs im Klaren sind, dann wird man wohl geneigt sein, dem Verfasser dieser Zeilen gegenüber Nachsicht zu üben, wenn derselbe mit einer Theorie der am Knorpel unter gewissen Bedingungen (Behandlung mit Aethylalkohol) hervortretenden Unterschiede des optischen Verhaltens noch zurückhält. Denn offenbar handelt es sich hier um eines jener biologischen Probleme, bei denen „die Arbeit bis über die Grenzen des Gebietes hinaus in das derjenigen Disciplin gerückt ist, die man die exacten Naturwissenschaften zu nennen pflegt".[1] Alles weist darauf hin, dass wir den Grund der verschieden ausfallenden Alkoholreaction des hyalinen Gelenkknorpels in einer allmählich sich ausbildenden Differenz der Molecularstructur zu suchen haben.

Für das weitere Vordringen nach dieser Richtung hin geben folgende Erfahrungen an Alkoholmaterial werthvolle Fingerzeige. Bringt man Gelenkabschnitte mit der bekannten Reaction aus Alkohol auf 24 Stunden in Wasser, so haben sie ihr früheres opakes Aussehen wieder angenommen und sind von frischen Stücken kaum zu unterscheiden. „Werden die Objecte nun neuerdings wieder in Alkohol deselben Gehaltes gebracht, so bleibt

[1] G. Kraus, Ueber die Nägeli'sche Micellar-Theorie. *Festvortrag*. Halle 1879.

die frühere Reaction aus" (Solger, a. a. O. S. 262). Auch das von Gierke[1] kürzlich aufgeführte Beispiel der thierischen Blase (Schweinsblase) gehört trotz mancher Besonderheit hierher. Gierke spricht von den Veränderungen, welche die Gewebe durch Wasserentziehung erleiden. „Diese Veränderungen gleichen sich zum Theil wieder aus, wenn die Gewebe in reines Wasser zurück gebracht werden, zum Theil aber sind sie dauernde. Legt man z. B. die frische Schweinsblase in absoluten Alkohol, so wird dieser sehr schnell das Wasser aus dem Gewebe ausziehen. Hierbei wird die weiche Membran hart. Sie gewinnt das ursprüngliche Aussehen nicht wieder, wenn sie in Wasser zurückgebracht wird. Welche moleculäre Veränderung dieser erkennbaren Umgestaltung entspricht, vermag man nicht anzugeben. Die hypothetischen Räume bleiben jedenfalls bestehen, denn das Gewebe lässt jetzt wie zuvor Diffusionsströmungen zu. Ob sie kleiner oder grösser geworden sind, liesse sich wohl aus dem Unterschiede hinsichtlich der Energie der Diffusion bei Anwendung der frischen und der behandelten Membran entscheiden." Auch für die Beantwortung dieser Frage liegen aber die erforderlichen thatsächlichen Unterlagen noch nicht vor.

Greifswald, den 28. Februar 1886.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Rechtes distales Femurende eines Erwachsenen, frisch in Aethylalkohol gelegt; *l* laterale, *m* mediale Condylenfläche, *sp.* Superfic. patellaris. Die gelben Flecken im Bereich des lateralen Condylus entsprechen verkalkten Knorpelpartien; die weisse Insel im Gebiet des medialen Condylus stellt eine eben trocken gewordene tangentiale Schnittfläche dar.

Fig. 2. Proximale Gelenkfläche einer rechten Tibia eines Erwachsenen; *l* lateraler, *m* medialer Condylus, *p* peripherisches, *c* centrales Feld des Knorpelüberzugs.

Fig. 3. Dasselbe Praeparat nach 24 stündiger Einwirkung von absolutem Aethylalkohol.

Fig. 4. Linker Talus eines Erwachsenen, die Malleolarflächen in der Ebene der oberen Gelenkfläche zur Darstellung gebracht, nach 24 stündigem Verweilen in Aethylalkohol; *a* Glasknorpel (eingesunken), *b* Porzellanknorpel (über *a* erhaben).

Fig. 5. Rechter Talus desselben Individuums wie in Fig. 4, nach zweitägigem Verweilen in unverdünntem Glycerin; *a* halbdurchsichtig (über *b* erhaben), *b* glasartig durchsichtig (eingesunken).

Fig. 6. Dasselbe Praeparat, aus Glycerin in absoluten Aethylalkohol verbracht und darin zwei Tage belassen; *a* ganz opak, *b* halb opak. Der Niveau-Unterschied wie in Fig. 5.

---

[1] H. Gierke, Färberei zu mikroskopischen Zwecken. Sep.-Abdr. aus der *Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie und mikroskopische Technik.* Braunschweig 1885. S. 205.

Ueber die Bewegungen des Zwerchfells und über den Einfluss derselben auf die Unterleibsorgane.

Von

C. Hasse.

(Aus dem anatomischen Institut zu Breslau.)

(Hierzu Taf. VI u. VII.)

Diese Untersuchungen habe ich unter der dankenswerthen Beihülfe meines vortrefflichen Assistenten Hrn. Dr. Roux in der Hoffnung unternommen verschiedene streitige und dunkle Punkte der Zwerchfellbewegungen aufklären zu können und damit der Physiologie und der praktischen Medicin zu nützen. Dieselben beschäftigen sich meist mit Fragen, welche von der Physiologie und Pathologie kaum aufgeworfen, geschweige denn beantwortet wurden.

Bei der Durchsicht der Literatur war ich erstaunt zu sehen, wie gewichtige Anatomen von vorgefassten Meinungen ausgehend die Wirklichkeit zu construiren versuchten, ohne sich weiter um das zu kümmern, was die praktische Medicin auf dem Gebiete der Percussion, Auscultation und Palpation der Eingeweide zu Tage gefördert hatte. Es überraschte mich ferner, dass sowohl Anatomen, wie Physiologen und Pathologen übereinstimmend die normale Leber als ein starres oder steifes Organ hinstellen, während doch die Erwägung der wechselnden Blutfülle und der Secretionszustände zur entgegengesetzten Ansicht führen musste, dass das Leberparenchym in sich beweglich ist, und dass somit das ganze Organ Formänderungen erleiden kann.

Von der Annahme der Nachgiebigkeit der Leber, des Magens, der Milz, ferner der übrigen Baucheingeweide ausgehend, ferner geleitet von der Erwägung, dass die Bewegungen des Zwerchfells Formveränderungen zur Folge haben, und dass diese dann auch Formveränderungen der anliegenden

Unterleibsorgane zur Folge haben müssen, musste ich mir die Frage vorlegen, welchen Einfluss haben diese Aenderungen auf das Strömen des Blutes, auf die Bewegungen der Absonderungen oder des Inhaltes der Organe? Diese Frage war um so zwingender, weil der Bau namentlich der Leber und der Milz zeigt, dass die Stromwiderstände in diesen blutreichen Organen ganz erhebliche sein müssen. Dennoch müssen diese überwunden werden und zwar verhältnissmässig leicht, und somit frug es sich, werden dieselben von aussen her durch den Druck, unter welchem das Blut in den Gefässstämmen ausserhalb der Organe steht, überwunden oder durch Kräfte, welche innerhalb der Organe ihre Wirkung entfalten? Ersteres ist die allgemeine Annahme. Der positive intraabdominale Druck, welcher beim Einathmen steigt, beim Ausathmen sinkt, stets aber wenigstens bei dem aufrechten Stehen und der einfachen Rückenlage als normal vorhanden angenommen wird, und daneben die Aspiration des Blutes von der Brusthöhle her werden als das Wirkende bei dem Ueberwinden der Strömungswiderstände aufgefasst. Bei der Fortbewegung der Secrete oder des Magendarminhaltes spielen dann neben dem Secretionsdruck die glatten Muskeln der Wände der Behälter eine Rolle.

Auch ich habe bei meinen Erwägungen und Untersuchungen den positiven intraabdominalen Druck als vorhanden angenommen, möge derselbe auch noch so gering sein. Ich habe mich dabei bemüht eine Methode zu ersinnen, um die Höhe desselben unter normalen Verhältnissen zu bestimmen, allein vergebens; ich bin in dieser Beziehung nicht weiter gekommen als alle meine Vorgänger. Die Messungen im Mastdarme sind mit so vielen Fehlerquellen behaftet, dass irgend ein wissenschaftlicher Werth denselben nicht beizumessen ist und so bleibt nichts anderes übrig, als das Vorhandensein desselben aus Thatsachen zu schliessen, aus denen man bisher geschlossen hat. Es sind das der Tonus der Bauchdecken, der Druck des Inhaltes der Gedärme, der Vorfall der Eingeweide bei Eröffnung des Bauches am Lebenden, das Herausströmen von Flüssigkeiten bei Punktionen, das Nichteintreten von Luft etwa bei Eröffnung der Schenkelvene unterhalb des Poupart'schen Bandes. Freilich ist dabei nicht ausgeschlossen, dass namentlich bei den Seitenlagen an einzelnen Stellen der Bauchhöhle negativer Druck entsteht, aber als die Norm hat man auf Grund der erwähnten Thatsachen den allgemeinen positiven Druck in der Bauchhöhle so lange anzunehmen, bis exacte Messungsmethoden das Gegentheil beweisen.

Bereits im Jahre 1884 habe ich auf dem internationalen medicinischen Congress in Kopenhagen in kurzen Zügen die Resultate meiner Untersuchungen dargelegt und veröffentlicht,[1] allein die Untersuchungen haben seit der Zeit

[1] *Comptes rendus des travaux de la section d'anatomie.* 1885.

nicht geruht und wenn auch Einzelnes anders gefunden wurde, so muss ich doch im Ganzen bei den damals aufgestellten Sätzen stehen bleiben.

Ich weiss recht wohl, dass einzelne Fragen nicht erschöpft sind, dass ein allseitig befriedigendes Bild nicht entstanden ist, dass es namentlich nöthig sein wird, angesichts der Schwankungen nach Alter, Geschlecht und Individualität, ganz abgesehen von den pathologischen Zuständen viel grössere Untersuchungsreihen zu nehmen, allein es musste der Anfang einmal gemacht werden und die Discussion über die aufgeworfenen Fragen und über die darauf erfolgten Antworten wird ja schliesslich vollkommene Klärung bringen. Auf alle Fälle kann der praktischen Medicin nur damit gedient sein, dass von anatomischer Seite eine Lösung der aufgeworfenen Fragen versucht wird.

Ich will nun zunächst eine Uebersicht über den Stand unserer bisherigen Kenntnisse geben und sowohl die Ansichten der Anatomen und Physiologen, als die der Kliniker an die Spitze stellen. Eine vollkommen erschöpfende Uebersicht der Literatur aller Zeiten und Völker zu geben, liegt nicht in der Absicht. Ich beschränke mich auf die Angaben hervorragender und leitender Persönlichkeiten auf diesem Gebiete. Bei welchen Autoren ich auch sonst noch Umschau gehalten, ich habe nichts wesentliches über das hinausgehend gefunden, was ich hier vorbringen werde.

Bezüglich der Bewegungen des Zwerchfells erwähnen viele, namentlich auch ältere Autoren einfach das Herabsteigen desselben bei der Einathmung, ohne den musculösen und sehnigen Theil gesondert zu besprechen. Im Uebrigen theilen sich die Forscher in drei Gruppen, in solche, welche das Herabsteigen des Centrum tendineum bei der Athmung unter normalen Verhältnissen leugnen, in solche, welche eine vermittelnde Stellung einnehmend ein geringes Herabsteigen bei tiefer Athmung annehmen, und in solche, welche die Abwärtsbewegung des Centrum als selbstverständlich ansehen.

Von älteren Autoren sprechen:

gegen das Herabsteigen des Zwerchfells

vor Allen:

Senac, Memoire sur le diaphragme. *Academie royale des sciences.* année 1829.

Hamernik, *Das Herz und seine Bewegung.* 1858.

ferner:

Hyrtl, *Topographische Anatomie*

mit folgenden Worten auf S. 615:

„Man möge es wohl beachten, dass bei ruhigem Athmen nur die Pars musculosa, nicht aber das Centrum tendineum einer Ortsveränderung

unterliegt. Das Centrum tendineum ist nach oben mit dem Pericardium und den Laminae mediastini verwachsen und durch diese Verwachsung fixirt. Ein Heruntersteigen des Centrums, wie man es gewöhnlich annimmt, würde eine solche Zerrung der grossen Gefässe, an welche der Herzbeutel angewachsen ist, bedingen, dass es unausbleiblich zu gewaltigen Störungen der Function dieser Organe kommen müsste. Von derlei Störungen weiss man aber Nichts, ebenso wenig als von einer bei jeder gewöhnlichen Inspiration tiefer rückenden Herzlage. Man bedenke, welche Streckung der Nervus phrenicus, der sich gerade am Rande des Centrum tendineum in das Zwerchfell einsenkt, auszuhalten hätte, wenn das Zwerchfell sich mit seiner ganzen Kuppelwölbung herabsenkte. Das Centrum tendineum bleibt nahezu beim gewöhnlichen Aus- und Einathmen in seiner Lage. Es bildet gewissermaassen den festen Punkt des Zwerchfells, während die Rippen den beweglichen darstellen" — „das Zwerchfell braucht sich nur dort zu senken, wo die Lungen auf ihm ruhen. Wo es mit dem Herzbeutel verwachsen ist, wäre eine Senkung zwecklos" — „denn was soll ein über dem Centrum tendineum entstandener leerer Raum. Er kann nicht durch die Lungen ausgefüllt werden, da das Herz nicht weggedrängt werden kann. Die Pars musculosa diaphragmatis dagegen, deren Fleischbündel bei der Exspirationslage des Zwerchfells nach oben convex gekrümmt sind, wird sich durch ihre Contraction abflachen, indem jeder Faserbogen auf seine gerade Chorda gebracht wird. Die Pars musculosa stellt dann eine schiefe Ebene dar, welche zum flachen und planen Centrum tendineum ansteigt. Die Abflachung der gesammten Pars musculosa kommt nur den Lungen zu gute, welche sich in verticaler Richtung um soviel ausdehnen, als die Grösse der Senkung erheischt. Ich kann an mir selbst bei der sehr tiefen Inspiration keine merkliche Veränderung der Herzlage durch Tieferrücken der Stelle, wo der Herzstoss gefühlt wird, zu Wege bringen. Bei sehr intensiver Reizung des Nervus phrenicus nach Eröffnung und Ausräumen der Bauchhöhle kommt der Descensus in ganzer Breite zur Anschauung, aber immer weniger tief am Centrum tendineum, als an den fleischigen Bestandtheilen."

Dann folgt:

Henke, *Topographische Anatomie.* 1884. S. 203.

„Aber die Mitte des Zwerchfells betheiligt sich sehr wenig am Auf- und Abgehen bei In- und Exspiration, sondern sie liegt flach ausgespannt und ziemlich unbeweglich zwischen Brustbein und Wirbelsäule." Ferner auf S. 209: „Dabei wird sich das Mittelstück so gut wie gar nicht zu verändern brauchen oder auch nur verändern können. Es ist und bleibt

wie zuvor glatt und eben zwischen seiner vorderen und hinteren Anheftung an Brustbein und Wirbelsäule ausgespannt. Nur an den Seiten kann es mit herabgezogen werden. Und in der That geht es auch im Ganzen nicht merklich auf und ab. Sonst müsste auch das Herz, das auf ihm ruht mit jedem Athemzuge auf- und niedergehen."

Für geringe Bewegungen des Centrum tendineum sprechen:

Teutleben, Die Ligamenta suspensoria diaphragmatis des Menschen. *Dies Archiv.* 1877.

„Das Centrum tendineum ist relativ fixirt. Das Centrum tendineum kann etwas herabrücken, wie sich aus der Untersuchung des Spitzenstosses des Herzens ergiebt, so in gewissen Fällen von Emphysem, bei Hypertrophie, bei dem tonischen Krampfe des Zwerchfells, bei Pericarditis. Immer aber ist die Dislocation des sehnigen Theiles gegenüber den Lageveränderungen der seitlichen Theile eine sehr geringe. Grund: der Bandapparat, welcher das Centrum tendineum an der Halswirbelsäule befestigt."

und:

Töpken, Ein Beitrag zur Bestimmung der Lage des Herzens beim Menschen. *Dies Archiv.* 1885. S. 205.

„Noch viel ausgiebiger sind nun die Veränderungen in der Höhenlage des Herzens, welche das Zwerchfell durch seinen höheren oder tieferen Stand herbeizuführen vermag. Am wenigsten findet es bei ruhiger Athmung statt, da das Centrum tendineum, auf dem das Herz liegt, sich nur in geringem Grade an demselben betheiligt. Bei forcirter Athmung wächst natürlich der Unterschied."

Für das Herabsteigen des Centrum tendineum sprechen:

Gerhardt, *Der Stand des Diaphragma.* 1860. S. 15.

„Nur soviel sei bemerkt, dass wir sowohl nach Vivisectionen an Thieren als auch nach einer Beobachtung am lebenden Menschen zu der bestimmten Ansicht gelangt sind, dass das Centrum tendineum keineswegs, wie schon Senac angab und neuerdings Hamernik und Hyrtl wiederholten, bei der Respiration unbewegt bleibe, sondern im Gegentheil, wie sich bei Heinke angedeutet findet bei ruhiger Inspiration eine Abwärtsbewegung deutlich wahrnehmen lasse."

Darauf:

Luschka, *Anatomie.* 1862. S. 15.

„Der Grad der Wölbung des Centrum ist im Leben einem bestän-

digen Wechsel unterworfen, indem dieselbe beim Einathmen vermindert, beim Ausathmen vermehrt wird.“

S. 164: „Der vordere Lappen des Centrum tendineum erfährt unter allen Umständen nur eine geringfügige Senkung.“

Dann:

Henle, *Handbuch der systematischen Anatomie.* 1871. S. 77.

„Die Contraction des musculösen Theiles hat den Zweck“ — „insbesondere durch Herabführen des sehnigen Theiles die Brusthöhle zu erweitern.“

Endlich:

Sappey, *Traité d'anatomie descriptive.* 1876.

„L'abaissement de la partie centrale a pour resultat l'allongement du diametre vertical de la poitrine. Ce diametre s'allonge peu sur la ligne mediane ou le centre phrenique presente moins de mobilité. Il s'allonge beaucoup plus sur les parties laterales, qui correspondent à la base des poumons.“

Dies die Ansichten über die Bewegungen des sehnigen Zwerchfellabschnittes. Ich lasse nun diejenigen über den Einfluss der Bewegungen des Zwerchfells auf die Unterleibsorgane folgen und beginne mit dem

Einfluss der Bewegungen des Zwerchfells auf die Leber.

Hyrtl, *Topographische Anatomie*

sagt S. 609: „Das Zwerchfell wälzt sich so zu sagen über die convexe Oberfläche der Leber hin. Würde es die Leber blos einfach herabdrücken, so müsste ja, da die Oberfläche der Leber stark convex ist, die Convexität des Zwerchfells aber während der Zusammenziehung dieses Muskels geringer wird, zwischen Leber und Zwerchfell ein entsprechender Hohlraum entstehen, von dem man allerdings nicht wüsste, womit er ausgefüllt werden sollte.“

Gerhardt, *Der Stand des Diaphragma.* 1860.

sagt S. 7: „Die starre Leber ist wohl fähig die inspiratorische Locomotion des Diaphragmas gerade auf Magen, Dünndarm, Duodenum und Niere ungeschmälert fortzupflanzen und so z. B. bei Entzündungen derselben den Schmerzen den Charakter respiratorischer Exacerbation aufzuprägen.“ Ferner S. 12: „Excursionen des unteren Leberrandes in der Mittellinie bei ruhiger Athmung 1 ^{cm}, bei angestrengter 2 ^{cm}“. Dann auf S. 41: „Die Leberdämpfung ist durch die Inspiration nicht allein nach abwärts verschoben, sondern zugleich verkleinert, umgekehrt durch die Exspiration. Während die Verschiebung derselben bei ruhiger Respiration zu gering

ausfällt, um eine genaue Bestimmung zuzulassen, ist dieselbe bei möglichst tiefem Ein- und Ausathmen leicht anzuzeichnen und zu messen, wenigstens an dem vorderen und seitlichen Umfange der Brust, während hinten die Dicke der Weichtheile keine ganz genaue Bestimmung erlaubt. Dabei ergiebt sich, dass dieselbe, wenn wir zunächst an den oberen Rand der Leberdämpfung uns halten, keineswegs für alle Stellen dieser Strecke gleich gross, sondern je näher der Mittellinie desto kleiner, umgekehrt je näher der Axillarlinie, desto grösser erscheint." Endlich auf S. 52: „Bei der Untersuchung des Mach betrug das Heruntersteigen der unteren Lebergrenze $1^1/_4$—$1^1/_2$ cm.

Henle, *Handbuch der systematischen Anatomie.* 1871. Thl. I. führt an auf S. 85: „Bei der Contraction muss die Leber wegen ihrer unveränderlichen Form wie eine Rolle wirken, über welche die Fasern gespannt sind; ob dabei das Centrum tendineum nur herab, oder nach vorn und rückwärts bewegt wird, hängt von der relativen Länge der vorderen und hinteren Muskelfasern ab."

Dann folgt:

Weil, *Handbuch und Atlas der topographischen Percussion.* 1877 S. 80: „Die Grenzen der absoluten Leberdämpfung erleiden bei tiefen Respirationsbewegungen Verschiebungen. Für den unteren Leberrand gelingt in vielen Fällen der percutorische Nachweis, dass derselbe bei tiefer Inspiration um 1—$1^1/_2$ cm herab, bei tiefer Exspiration um ebensoviel hinaufsteigt."

Ferner:

Eichhorst, *Lehrbuch der physikalischen Untersuchungsmethoden innerer Krankheiten.* 1881. Thl. II.

auf S. 177: „Die inspiratorische Verschiebung des unteren Leberrandes beträgt 1—1·5 cm."

Schliesslich:

Gerhardt, *Lehrbuch der Auscultation und Percussion.* 1883 auf S. 141: „Beim Athmen ergiebt die Percussion, dass auf der Höhe einer tiefen Inspiration der untere Leberrand um ein Weniges nach abwärts tritt. Der untere Leberrand erhält die Bewegungen der Kuppel des Diaphragma mitgetheilt."

Hieran schliessen sich die Ansichten über den

Einfluss der Bewegungen des Zwerchfells auf die Strömungsverhältnisse des Blutes namentlich in der Leber.

Hyrtl, *Topographische Anatomie.* 1871.

sagt auf S. 609: „Lässt man, während der Finger in der Lebervene sich

befindet, die Respirationsbewegung des Zwerchfells durch abwechselnden Druck auf den uneröffneten Unterleib nachahmen, so fühlt man, dass bei jedem Heben des Zwerchfells der Finger mit Gewalt gebogen wird, während er durante inspiratione gerade bleibt. Das venöse Blut wird somit nur während des Einathmens ungehindert in die Cava und somit zum Herzen strömen können, während der Exspiration nur auf verengertem Wege zufliessen."

Dann bemerkt:

Heidenhain, Physiologie der Absonderungsvorgänge. Hermann's *Handbuch der Physiologie.* 1883.

S. 260: „Neben dem Wechsel in der Innervation gewinnen noch andere Momente einen Einfluss auf die Triebkraft des Pfortadersystems: peristaltische Bewegungen der Eingeweide, indem sie das Blut in den Darmwandungen in die Venen hinüberwerfen und Athembewegungen, sofern jede Einathmung durch Steigerung des intraabdominalen Druckes den Pfortaderstrom beschleunigt" — „die Inspiration, welche den Werth des Druckes in den intrapectoralen Venen steigert, muss deshalb die Ansaugung verstärken, für welche die Verhältnisse um so günstiger liegen, als die Lebervenen bei der Anlöthung ihrer Wandungen an das steife Lebergewebe mit stets offen klaffender Lichtung die Wand der unteren Hohlvene durchbohren." Ferner S. 261: „Die Widerstände im interlobularen Capillargebiet dürften bei der Steifheit des Lebergewebes keinen erheblichen Schwankungen unterliegen, aber vielleicht doch mit den Verdauungszuständen veränderlich sein (Druck durch Volumsvergrösserung der Zellen). Veränderlich dagegen ist der Widerstand im interlobulären Pfortadergebiet in Folge verschiedener Füllungszustände der Gallengänge und der Leberarterie.

Ueber den

Einfluss der Bewegungen des Zwerchfells auf die Milz

finden sich folgende Angaben:

Gerhardt, *Der Stand des Diaphragmas.* 1860.

auf S. 55: „Auf die Grösse und Lage der Milzdämpfung zeigte die Respiration einen entschiedenen Einfluss. Am Schlusse tiefer Inspiration fand sich die vordere Spitze unverrückt an ihrer Stelle, wenigstens sicher nicht nach innen oder aussen verrückt, dagegen fanden sich der obere sowohl als der untere Rand der Milzdämpfung in voller Ausdehnung nach unten verschoben, jedoch ungleich weit. Stets hatte nämlich der

obere Rand eine stärkere Abwärtsbewegung an jeder entsprechenden Stelle erfahren, als der untere. Somit wurde die ganze Milzdämpfung durch die Inspiration kleiner und kam tiefer zu stehen. Der letztere Umstand erklärt sich einfach durch das mit dem Descensus diaphragmatis gleichzeitige Herabrücken des Organs. Um so viel wie die Bewegung des unteren Randes anzeigt, rückt das ganze Organ bei der Inspiration abwärts. Die Milz erfährt vermuthlich bei der Inspiration eine Drehung um die Längsaxe mit ihrem oberen Rande nach innen. Im Mittel aus sechs Fällen beträgt die respiratorische Verschiebung des oberen Randes $2^1/_2$ cm, die des unteren $1^1/_2$ cm. Die Bewegung der Milzdämpfung bei tiefer Exspiration erfolgt in umgekehrter Richtung wie die inspiratorische, ist fast in allen Fällen kleiner als jene und zeigt sich ebenfalls ausgiebiger am oberen Rande als am unteren.“ Auf S. 56: „Demnach erfolgen die hauptsächlichsten Verschiebungen der Milz bei der Respiration in der Richtung der Längenaxe des Körpers.“

Weil, *Handbuch und Atlas der topographischen Percussion.* 1877.

S. 103: „Mit jeder Inspiration wird die Milzdämpfung verkleinert und kommt tiefer zu stehen, während das vordere Ende des Organes bald unverrückt bleibt (nach Gerhardt in der Regel), bald um 1—2 cm nach vorn und unten sich bewegt. Das Herabsteigen des unteren Randes entspricht dem Herabrücken des ganzen Organs durch die Contraction des Zwerchfells. Der untere Rand findet sich nach möglichst tiefer Inspiration etwa 1 cm tiefer als zuvor.“

Eichhorst, *Lehrbuch der physikalischen Untersuchungsmethoden innerer Krankheiten.* 1881. Thl. II.

S. 197: „Bei tiefer Inspiration wird die Milzdämpfung kleiner und rückt mit ihrem unteren Rande bis 1 cm nach abwärts, ja! durch tiefe Einathmung in rechter Seitenlage kann die Milzdämpfung bis auf einen kleinen unteren Streifen ganz und gar verschwinden. Die starke inspiratorische Verkleinerung der Milzdämpfung beruht darauf, dass die Verschiebung des unteren Lungenrandes eine beträchtlichere ist, als die inspiratorische Dislocation der Milz. Das vordere Milzende rückt nach unten und vorne, so dass es die Linea costoarticularis nicht selten etwas nach vorn überschreitet.“

Gerhardt, *Lehrbuch der Auscultation und Percussion.* 1883.

S. 146: „Beim Einathmen stellt sich die Milzdämpfung tiefer.“ S. 88: „Palpation (wohl in der Rückenlage) zeigt die Milz beim Athmen auf- und absteigend (somit respiratorische Bewegung nach unten und vorn).“

Den Einfluss der Bewegungen des Zwerchfells auf den Magen stellt man sich folgendermaassen vor:

Gerhardt, *Der Stand des Diaphragmas.* 1860.

S. 8: „Es wird sich der Einfluss etwaiger Lageveränderungen des betreffenden Theiles des Zwerchfells immer nur auf einzelne Abschnitte der Magenwand erstrecken und das Organ im Ganzen kaum solche Dislocationen erfahren können, wie die starre Leber und Milz, während andererseits die nicht unmittelbar an das Zwerchfell angrenzenden Theile des Magens doch auch, soweit sie an Leber und Milz anstossen, von diesen Zwerchfellbewegungen übertragen bekommen können.“ S. 57: „Was endlich noch die Verhältnisse des Magens betrifft, so äussert das Zwerchfell selbst auf die Lage desselben und die seiner Grenzen, je nach dem Grade der Füllung des Organes einen sehr verschiedenen, meist jedoch geringen Einfluss, indem trotz seines anatomischen Zusammenhanges mit dem Diaphragma doch nur der stark gefüllte Magen bedeutende Verschiebungen in toto erleidet.

Eichhorst: *Lehrbuch der physikalischen Untersuchungsmethoden innerer Krankheiten.* 1881. Thl. II.

S. 195: „Der Magen ist dehnungsfähig und compensirt etwaigen Druck vom Zwerchfell her durch seitliche Ausdehnung“

Ueber die Verhältnisse der

Nieren

äussert sich Gerhardt[1] auf S. 71 folgendermaassen: „Was endlich noch die Nieren betrifft, so besitzen diese eine weit fixirtere Lage als die Milz.“

Dies die Ansichten über die hier in Frage kommenden Verhältnisse und wenn ich nun dazu übergehe, die eigenen Ansichten zu formuliren, so gipfeln dieselben in Folgendem:

Eigene Resultate:

Die Zusammenziehung der Zwerchfellfasern hat eine Abflachung der Zwerchfellkuppeln und damit ein Niedergehen derselben zur Folge; allein auch das Centrum tendineum bewegt sich nach abwärts und flacht sich durch allseitigen Zug der Muskelfasern an der Peripherie desselben ab. Das Niedergehen der Zwerchfellkuppeln ist aber selbst bei tiefer Athmung immer bedeutender, als das des Centrum.

---

[1] l. c.

Die Zusammenziehung der Zwerchfellfasern bedingt, wie namentlich auch Duchenne ausgeführt hat, eine Erweiterung der unteren Brustöffnung durch Hebung der Rippen und Hebung des Brustbeines.[1]

Jede Zusammenziehung der Zwerchfellfasern hat eine Entfernung derselben von den Brustbeinwänden und damit eine Erweiterung der Complementärräume der Pleurasäcke zur Folge, desto mehr, je stärker die gleichzeitige Hebung des Brustkorbes.

Das Niedergehen des Zwerchfells steigert den normal vorhandenen, positiven intraabdominalen Druck, das Aufwärtsgehen erniedrigt denselben, jedoch nicht bis auf 0.

Die Formveränderungen, welche bei dem Abwärtsgehen des Zwerchfells auftreten, haben eine entsprechende Formänderung der dem Zwerchfell anliegenden Eingeweide, der Leber, des Magens und der Milz zur Folge. Die Leber ist sonach kein starres, steifes, sondern unter normalen Verhältnissen in seiner Form veränderliches Organ.

Durch die Zusammenziehung des Zwerchfells werden die Strömungswiderstände des Blutes in Leber und Milz überwunden, und die Durchströmung erfolgt desto leichter, je ausgiebiger die Athembewegung.

Die Bewegungen des Zwerchfells sind ferner wesentlich für den Abfluss der Galle und befördern die Weiterbewegung des Inhaltes des Magens und der Gedärme desto mehr, je ausgiebiger dieselben erfolgen.

Der Darstellung der wesentlichsten Resultate lasse ich nun die

Methoden der Untersuchung

folgen. Bei allen Leichen, welche benutzt wurden, wurde immer festgestellt, dass sie an keinen wesentlichen, das Resultat beeinträchtigenden Erkrankungen des Athmungsapparates und der Unterleibsorgane gelitten hatten.

Zuerst stellte ich Versuche an an einer kräftigen Selbstmörderleiche im mittleren Lebensalter (Tod durch Ertrinken). Es wurden in etwa 2^{cm} Abständen oberhalb der unteren Lebergränze in gleicher Tiefe durch die Bauchwand starke Nadeln in die Leber gestossen. Die Nadeln gingen vom siebenten Rippenknorpel links zur Spitze der neunten Rippe rechts. Die Luftröhre wurde dann unterhalb des Kehlkopfes quer durchschnitten und zur Herstellung künstlicher Athmung eine Canüle eingebunden.

---

[1] *Physiologie des mouvements.*

Die Versuche ergaben beim Aufblasen der Lungen, abgesehen von der Vorwölbung der Bauchdecke in der Oberbauchgegend, starke Neigung der Nadelköpfe nach oben und zwar bei allen. Die Leber musste sich also zwischen siebenter und neunter Rippe im Epigastrium nach abwärts geschoben haben, und zwar nicht allein in Folge der Senkung der rechten Zwerchfellkuppel, sondern auch in Folge der Senkung des Centrum tendineum. Die Unterschiede in der Neigung der Nadeln liessen zugleich eine Verschiedenheit im Maasse der Verschiebung vermuthen, doch wollte ich dieser Erscheinung als mit zu vielen Fehlerquellen behaftet keinen Werth beilegen.

Weitere Versuche wurden an der Leiche eines $11^1/_2$ jährigen Knaben (Hydrocephalus) vorgenommen. Der Bauch wurde geöffnet, die gesunden Eingeweide wurden bis auf die dem Zwerchfell anliegende Leber entfernt. Dann wurde künstliche Athmung eingeleitet und die Formänderungen der Leber sowohl, wie der einzelnen Zwerchfellabschnitte wurden beobachtet und als Kontrolle, bezw. Stütze der folgenden Versuche verwerthet.

Diese erstreckten sich auf zwei kräftige Selbstmörderleichen (Tod durch Erhängen) mittleren Alters. Bei ihnen wurden nach Eröffnung des Bauches sämmtliche Eingeweide entfernt und somit das ganze Zwerchfell sorgfältig freigelegt. Beim Einleiten der künstlichen Athmung bewegten sich sowohl die Zwerchfellkuppeln, als das Centrum tendineum nach abwärts und flachten sich ab. Um die Bewegung zu messen, wurde der Horizont des oberen Randes des dritten Lendenwirbels gewählt, und es wurden für die Messung folgende sechs Punkte der Zwerchfelloberfläche in Betracht gezogen

1. Höhe der Kuppel rechts im hinteren Drittel.
2. Mitte zwischen Höhe der Kuppel rechts und Foramen quadrilaterum.
3. Rechter Rand des Foramen quadrilaterum.
4. Mitte des Centrum tendineum.
5. Mitte zwischen Centrummitte und höchstem Wölbungspunkt links.
6. Höchste Stelle links hinten.

Darauf wurde nach Freipräpariren des Randes des Foramen quadrilaterum zu Anfang und Ende der künstlichen Athmung der Umfang desselben durch Auslegen des Foramen mit einem ringförmig gebogenen Streifen einer Rolle steiferen Papieres und Markiren und Abmessen der Verschiebung des übergreifenden Randes des Streifens bestimmt.

Bei einer weiteren Versuchsreihe, welche an der Leiche eines Mannes von 65 und einer Frau von 35 Jahren angestellt wurde, wurde von der Einleitung künstlicher Respiration abgesehen, dagegen das Verfahren von

A. Fick und Weber,[1] welches von Strasser[2] weiter ausgebaut wurde, nämlich die Muskelbündel durch gleichgerichtete, vom Ursprung zum Ansatz verlaufende Fäden zu ersetzen und dann die Muskelverkürzungen zu messen, zu Grunde gelegt. Das Zwerchfell wurde in jedem Falle sorgfältig von seinem Peritonealüberzuge befreit, und die Muskelbündel ohne Zerrung vom Ursprunge bis zum Ansatze rein präparirt. Dann wurde mittelst eines biegsamen Metallmessstabes, welcher sich den Krümmungen der Muskelfasern leicht und vollkommen anschmiegte, die Länge der Muskelbündel an den einzelnen Zwerchfellabschnitten gemessen. Die Messung erstreckte sich über folgende Bündel:

Rechts.

Innerstes Bündel des rechten inneren Schenkels.
Inneres Bündel des äusseren Schenkels.
12. Rippenbündel.
10. Rippenbündel.
8. Rippenbündel.
8. vorderes Rippenbündel.
8. Rippenbündel an der Spitze der Rippe.
Sternalbündel.

Links.

Inneres Bündel des inneren Schenkels.
Bündel von der Mitte des Sehnenbogens über dem psoas.
12. Rippenbündel.
11. Rippenbündel an der Spitze der Rippe.
9. Rippenbündel.
8. vorderes Rippenbündel.
8. Rippenbündel an der Rippenspitze.
Sternalbündel.

Nach Ausmaass eines Muskelbündels wurde an der Ursprungsstelle in den Wirbelkörper oder in die Rippe eine Metallöse als Rolle eingebohrt und festgeschroben. Darauf wurde an der Stelle der stärksten Krümmung der Muskelfaser ein S förmig gebogener Draht festgehakt, durch Rolle und Haken ein Faden geführt, und derselbe mittelst eines feinen Angelhakens am Muskelansatz an das Centrum tendineum befestigt. Von der Stelle des Fadens, welcher bei leichter Spannung desselben die Rolle am Ursprung berührte, wurde ein Stück abgemessen, welches einer 20 procentigen Verkürzung der Länge der Muskelfaser entsprach. Das Ende wurde dann mit Blaustift am Faden markirt. Darauf wurde gleichzeitig an allen Fäden ein Zug ausgeübt, bis die mit Blaustift angezeigten Punkte bei allen die Rollen berührten und dann wurde von dem Horizont des oberen Randes des dritten Lendenwirbels der Abstand der in der vorigen Versuchsreihe erwähnten sechs Punkte bestimmt, deren Abstände von dem angegebenen Horizonte bereits vor Anlegen der Fäden genau gemessen waren.

---

[1] Anatomisch mechanische Studie über die Schultermuskeln. *Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg.* N. F. Bd. XI.

[2] Zur Mechanik des Fluges. *Dies Archiv.* 1878.

Den Zeichnungen legte ich die Tafel I des Luschka'schen Atlas (Bauchorgane) sowie die Tafel IA des Braune'schen Atlas zu Grunde.

Nach dieser Auseinandersetzung wende ich mich nun dazu die

Resultate der Untersuchungen für die Bewegungen des Zwerchfelles

zu schildern. Mit Bezug auf die Bewegungen der einzelnen Zwerchfellabtheilungen ergaben sich aus den beiden letzten Versuchsreihen im Wesentlichen übereinstimmende Resultate. Um das klar zu legen, hebe ich aus der Gesammtzahl zwei Tabellen hervor, von denen die erste auf dem Versuchswege mit künstlicher Athmung, die andere ebenfalls an einer männlichen Leiche bei 20 procentiger Verkürzung der Muskelfasern genommen wurde.

Die Differenzen zwischen dem höchsten und tiefsten Zwerchfellstande waren folgende

	Künstliche Athmung	20proc. Verkürzung
Höhe der Kuppel rechts hinteres Drittel	3·3 cm	2·6 cm
Mitte zwischen rechter Kuppelhöhe und for. quadril. .	3·6 „	3·0 „
Rechter Rand des for. quadril.	2·6 „	2·3 „
Mitte des Centrum tendineum	2·6 „	2·1 „
Mitte zwischen Centrummitte und höchster linker Wölbung	3·6 „	2·9 „
Höhe der linken Kuppel hinten	4·1 „	3·3 „

Die Höhe der sechs Punkte über dem Horizont des oberen Randes des dritten Lendenwirbels waren folgende:

Höhe der Kuppel rechts hinteres Drittel	12·5 cm	15·2 cm
Mitte zwischen rechter Kuppelhöhe und for. quadril. .	13·3 „	16.2 „
Rechter Rand des for. quadril.	12·8 „	16.1 „
Mitte des Centrum tendineum	14·1 „	16·4 „
Mitte zwischen Centrummitte und höchster Wölbung links	12·6 „	16 „
Höchster Punkt der linken Kuppel hinten	12·7 „	15·8 „

Die Zahlen scheinen mir zunächst zu lehren, dass der Stand des Zwerchfelles nach Todesart, Alter, Geschlecht und Individualität ungemein wechselt. Diese Erfahrung stimmt auch mit den neuesten Untersuchungen von Töpken,[1] und sie hat sich mir bei jeder neuen Untersuchung bestätigt. Demnach lässt sich der Exspirationstand des Zwerchfelles nur im Allgemeinen bestimmen und ebenso dessen Form. Es bleibt nichts übrig als einen idealen

[1] Ein Beitrag zur Bestimmung der Lage des Herzens beim Menschen. *Dies Archiv.* 1885.

Typus der Lage und der Form des Zwerchfelles zu construiren und als solchen betrachte ich den von Luschka aufgestellten, welcher sich auch des allgemeinen Beifalls der praktischen Aerzte erfreut.

Meine Untersuchungen lehren aber ferner, dass bei einer 20 procentigen Verkürzung der Muskelfasern des Zwerchfelles ein weiteres Herabgehen des Diaphragma unter normalen Verhältnissen unthunlich ist, und dass dann die Lungen ihren grössten Füllungsgrad erreicht haben. Es folgt daraus weiter, dass selbst bei Hinzunahme der zur Hebung des Brustkorbes nöthigen Zusammenziehung der Zwerchfellfasern 20 Procent Verkürzung wohl das äusserste im normalen Leben vorkommende Maass der Verkürzung sein wird, und dass somit bei ruhiger Athmung die Verkürzungsgrösse kaum mehr wie 8 oder 10 Procent, vielleicht auch noch weniger betragen wird. Dies spricht dann meines Erachtens für eine geringe Innervationsenergie und für ein grosses Maass von Widerständen, welche während des Lebens überwunden werden müssen und auch bis zu einem gewissen Grade überwunden werden. Diese Widerstände sind vor allen Dingen abwärts vom Zwerchfell in den Unterleibsorganen zu suchen.

Aus obigen Zahlen und meinen übrigen gleichartigen Untersuchungen geht nun aber weiter hervor, dass auch das Maass der Bewegung zwischen den äussersten Athmungslagen ein nach Alter, Geschlecht und Individualität wechselndes ist, so dass auch in dieser Beziehung ein idealer Typus aufgestellt werden muss. Diesen habe ich in den Zeichnungen zum Ausdruck gebracht, welche den Stand des Zwerchfelles bei der tiefsten Einathmung versinnlichen sollen. Dabei bin ich davon ausgegangen, dass das grösste Maass der Erweiterung des Brustraumes im queren Durchmesser 2^{cm} das im sagittalen $0 \cdot 5^{cm}$ beträgt. Die rechte Zwerchfellkuppel sinkt dabei auf 2^{cm} die linke um $2 \cdot 5^{cm}$ und das Centrum tendineum in der Mitte hinten um 1^{cm}. Auf alle Fälle geht das Centrum nach abwärts, wenn diese Bewegung auch etwas geringer ist als die der Seitentheile des Diaphragma.

Diese Annahme steht auch vollkommen im Einklang mit den Annahmen z. B. Gerhardt's, welcher 2^{cm} als äusserstes Maass der Excursion des unteren Leberrandes in der Mitte annimmt, während Weil höchstens $1^1/_2{}^{cm}$ statuirt.

Man könnte nun, wenn man den Nadel- und Percussionsmethoden gar keinen Werth beizumessen geneigt ist, behaupten, durch die Eröffnung des Bauchraumes und durch das Entfernen der Eingeweide würden die den Bewegungen des Zwerchfelles entgegenstehenden Widerstände entfernt und durch die Einleitung der künstlichen Athmung ebenfalls von den natürlichen abweichende Resultate erzielt. Diesen Einwänden zu begegnen, habe ich an der frischen Leiche eines neugeborenen Kindes den Bauch nicht eröffnet, dagegen unter vollkommener Erhaltung der Pleurasäcke das Brust-

bein entfernt, dann die künstliche Athmung vorsichtig und unter niederem Druck eingeleitet und dabei an dem Abwärtsgehen der in der Mitte gelegenen Herztheile das Niedergehen des Centrums erkannt, so dass ich nicht einmal eine relative Unbeweglichkeit des sehnigen Zwerchfellabschnittes einräumen kann. Ich stehe somit durchaus auf dem Standpunkte von Luschka, Henle, Sappey, und der Pathologen, an ihrer Spitze Gerhardt, dass bei der Athmung das Centrum auf- und abgeht. Ich trete sonach mit Bestimmtheit den Angaben von Hyrtl und Henke entgegen. Es macht mir den Eindruck, als wenn lediglich der einseitige Gesichtspunkt der Zweckmässigkeit, als wenn eine vorgefasste Meinung und nicht die Beobachtung an Lebenden oder an der Leiche diese beiden Forscher zum Glauben an die relative Unbeweglichkeit des Centrum tendineum geführt hätte. Henke scheint sich sogar ganz einfach auf die Schultern von Hyrtl zu stellen, denn seine Zeichnungen sowohl, wie seine Auseinandersetzungen decken sich vollkommen mit den Annahmen und Ausführungen von Hyrtl.

Wenn Hyrtl als Grund gegen das Herabgehen des Centrums unter normalen Verhältnissen die nachtheilige Dehnung des Herzens und der grossen Gefässe angiebt, so kann man dem entgegen halten, dass Dehnungen oder Bewegungen der Gefässwand innerhalb gewisser Grenzen nicht nachtheilig wirken. Das zeigen die an den verschiedensten Stellen des Körpers auftretenden Dehnungen und Biegungen der Gefässwände bei den Bewegungen. Man könnte sogar vom teleologischen Standpunkte aus sagen, ein Heruntergehen des unter dem Herzbeutel gelegenen Centrum diaphragmatis böte wesentliche Vortheile, denn dadurch würde der Spielraum für die Bewegungen des Herzens namentlich während der Diastole vergrössert.

Auch die von Teutleben gefundenen Ligamenta suspensoria bilden, wie er selbst hervorhebt, kein absolutes Hinderniss. Es kommt wesentlich auf die Höhe des positiven Druckes in der Bauchhöhle, auf die Kraft der Zusammenziehung der Zwerchfellfasern, sowie auf die grössere oder geringere Starrheit der unter dem Zwerchfell liegenden Eingeweide an, ob und wie weit das Centrum sich nach abwärts bewegt. Weder das Herz, noch die Ligamenta suspensoria bilden absolute Hindernisse. Ist doch schon wiederholt von Pathologen und Anatomen, in der neuesten Zeit von Töpken gezeigt, dass Verlagerungen des Herzens nicht allein unter pathologischen Verhältnissen, sondern auch beim Wechsel der Lage ohne unmittelbare Nachtheile vorkommen. Wenn dann hervorgehoben wird, dass bei einem und demselben Individuum der Spitzenstoss des Herzens bei der Athmung seine Lage nicht ändere, nun so spricht das auch nicht ohne Weiteres für die Unveränderlichkeit der Lage des Centrums, denn wie wir wissen, ist die Bewegung der einzelnen Theile des Zwerchfelles im besonderen auch des Centrum tendineum eine durchaus ungleiche. Es finden sich dort die

grössten Verschiebungen, wo die längsten Muskelfasern sind, die kleinsten dagegen dort, wo sich die kürzesten befinden. Die längsten Fasern finden sich seitlich und hinten, die kürzesten vorne. Die Länge wechselt, um nur ein Beispiel hervorzuheben, von 6—16^{cm} oder in einem anderen Falle sogar von 2·5—14^{cm}; es ist also ein drei- bis vierfacher Längenunterschied vorhanden. Erstere Maasse gelten für die Sternalbündel, letztere für die achten bezw. neunten Rippenbündel, so dass demnach das geringste Maass der Verschiebung vorne in der Mitte, das grösste seitlich vorne vorhanden ist. Für die Grösse der Abwärtsbewegung kommt dann aber auch noch die Richtung der Muskelbündel zur senkrechten Ebene in Betracht, und da wissen wir, dass dieselben seitlich und hinten der senkrechten, vorne dagegen in der Mitte der horizontalen Ebene genähert sind. Machen dem entsprechend die vorderen Zwerchfellabschnitte geringere Abwärtsbewegungen als die seitlichen und hinteren, so wird für die ersteren die Bewegung noch dadurch verringert, ja gleich 0, weil durch die Hebung des Brustkorbes die Ursprünge der Sternalbündel in gleiche oder nahezu gleiche Höhe mit den Ansätzen derselben am Centrum tendineum gebracht werden (siehe die Durchschnittszeichnung), und da sich die Verhältnisse auch nicht viel anders für die Muskelbündel, welche an den an den unteren Theil des Sternums sich anschliessenden Rippenknorpeln entspringen, gestalten, so begreift sich, dass in dem Individuum wesentliche Lageveränderungen des Spitzenstosses des Herzens bei der Athmung nicht stattfinden.

Die Bewegung des gesammten Zwerchfelles hat die Richtung von hinten oben, nach vorne unten, und wie bekannt erfolgt die Verdrängung der Unterleibseingeweide in gleicher Richtung. Das zeigt sich ja auch durch die bei der Einathmung erfolgende Vorwölbung der vorderen Bauchwand.

Wenn nun Töpken in seiner Arbeit angiebt, die Höhenlage des Herzens steigt und sinkt mit derjenigen des Zwerchfelles, so gilt das auch für jedes einzelne Individuum, allein der Satz erfährt insofern eine Abänderung, als bei der ungleichen Abwärtsbewegung der einzelnen Zwerchfellabschnitte während der Athmung ungleiche Bewegungen der einzelnen denselben aufgelagerten Herzabtheilungen erfolgen. Die vorderen bewegen sich viel weniger, als die hinteren. Somit handelt es sich bei dem Herzen nicht um eine einfache Abwärtsbewegung, sondern wir haben es mit einer Drehung nach abwärts um die transversale Axe zu thun, und es erfolgt auch nicht eine einfache Streckung der Gefässe, sondern vor Allem eine Aenderung der Krümmung derselben. Ich hoffe, dass sich bald Gelegenheit finden wird in einer besonderen ausführlichen Abhandlung auf die Verhältnisse innerhalb des Brustraumes zurück zu kommen.

Ich begnüge mich einstweilen mit diesen Andeutungen und wende mich nun zu den bei der Einathmung erfolgenden Formänderungen des

Zwerchfelles. Die stärkere Abwärtsbewegung der Zwerchfellkuppeln gegenüber der der Mitte des Centrums tendineum bedingt eine Abflachung des letzteren, welche noch dadurch vergrössert wird, dass durch die sich zusammenziehenden und ringsum oder an die Peripherie angehefteten Muskelfasern eine gleichmässige Spannung der Zwerchfellmitte erfolgt. Als Ausdruck dieser Spannung erscheint die Erweiterung des Foramen pro vena cava, welche bei 20 procentiger Verkürzung der Muskelfasern, bezw. bei der äussersten Füllung der Lungen mit Luft 1—1·5 ^{cm} im Umfange beträgt. Ferner divergiren bei der Hebung des Brustkastens die während der tiefsten Ausathmung nahezu senkrecht und paralell zu einander gestellten Seitenwände des Zwerchfelles nach abwärts und aussen (siehe Figur). Die in der Exspirationsphase steil an der Brustwand gegen das Centrum tendineum emporsteigenden Fasern werden bei der Einathmung schräg nach aufwärts und innen gegen dasselbe gerichtet und entfernen sich somit von der Brustwand. Die bekannte Folge ist die Eröffnung der Complementärräume der Pleurasäcke und das tiefere Herabrücken der unteren Lungenränder, welches sich ja ganz besonders an den Seiten des Brustkorbes geltend macht.

Einfluss der Bewegungen des Zwerchfells auf die anliegenden Unterleibsorgane.

Wir haben gesehen und darüber sind alle Forscher einig, dass bei der Zusammenziehung der Muskelfasern eine Formänderung des Zwerchfells, eine Abflachung entsteht. Wenn sich nun die Oberflächen der Leber, des Magens und der Milz bei der Athmung genau den Krümmungen des Zwerchfells anschmiegen und diese Organe nachgiebig sind, so müssen dieselben bei der Athmung einmal eine Formänderung erleiden, und zweitens müssen die Berührungsflächen sich der Bewegungsrichtung des Zwerchfells entsprechend nach abwärts bewegen. Sind nun aber die Organe starr oder fast unnachgiebig, so muss, wenn überhaupt eine Verdrängung der unveränderlichen, dem Zwerchfell zugekehrten Oberflächen stattfindet zwischen diesen und der Unterfläche des Diaphragma ein luftleerer Raum entstehen, und dieser müsste durch irgend etwas ausgefüllt werden. Ueber die Nachgiebigkeit des Magens und der Milz unter gewöhnlichen Verhältnissen ist man einig, dagegen herrscht ausgesprochen oder unausgesprochen der Glaube, die Leber sei ein starres oder steifes Organ, höchstens mit geringer Beweglichkeit seiner Substanz versehen.

Von dieser Ansicht ausgehend meint Hyrtl, das Zwerchfell wälze sich über die convexe Oberfläche der Leber. Soweit ich ihn verstehe, liegt darin die Annahme, dass sich das Zwerchfell bei seiner Abflachung auf die mässiger gekrümmten Theile der Leber zu bewegt. Wie eine solche Bewegung möglich, ist mir nicht klar. Eine andere Möglichkeit wäre die,

dass die vorderen schwächer gekrümmten Theile der Leber den hinteren besonders sich abflachenden Parthien des Zwerchfells zugetrieben würden. In diesem Falle müsste aber die Leber eine Drehung um ihre Längsaxe nach hinten abwärts erfahren, und das widerspricht geradezu der Beobachtung am Lebenden, wonach die Bewegung nach vorne abwärts gegen die vordere Bauchwand geht.

Henle stellt sich die starre Leber als eine Rolle für die Muskelfasern des Zwerchfells vor, und darin liegt unzweifelhaft etwas richtiges und auch ich glaube, dass die Leber in Verbindung mit dem positiven Druck innerhalb der Bauchhöhle eine wenn auch noch so geringe Stütze für das Centrum tendineum bildet und damit die hebende Wirkung der Zwerchfellfasern auf den Brustkorb fördert. Wie nun aber bei der Zusammenziehung der Zwerchfellfasern und bei der Hebung des Brustkorbes, wobei die Rippen nach aussen und mit dem Brustbein nach vorne oben gehen, im Bereiche der unteren Brustöffnung eine Berührung der starren und somit unveränderlich gekrümmten Leberoberfläche mit der Brustwand zu Stande kommen kann, ist mir unerfindlich. Es muss vor allem zwischen dem vorderen und seitlichen Leberrande und dem Rippenbogen ein leerer Raum entstehen, ein Raum, welcher von den benachbarten Gedärmen, namentlich von der Flexura dextra coli und dem Colon transversum ausgefüllt werden müsste. Die Beobachtung am Lebenden lehrt, dass das nicht der Fall ist, dass sich an keiner Stelle unter normalen Verhältnissen zwischen Leber und Zwerchfell Gedärme eindrängen. Damit erheben sich aber ernste Bedenken gegen die starre oder steife Beschaffenheit des normalen Lebergewebes und diese gewinnen noch mehr an Gewicht, wenn man die Erfahrungen bei den Sectionen heranzieht. Sowie der Bauch geöffnet wird, entfernt sich der vordere, dünnere Leberabschnitt von der Bauchwand, sinkt in den Bauchraum zurück, und daraus ergiebt sich wohl ohne Weiteres die ausgiebige Beweglichkeit des vorderen Leberabschnittes. Allein auch die dicken, seitlichen und hinteren Parthien sind weitaus nicht so starr und steif, als man gewöhnlich annimmt. Die aus der Leiche herausgeschnittene normale Leber ändert nicht allein, wenn man sie unterstützt, ihre Oberflächenkrümmung, sondern es ändert der Spiegel'sche Lappen und die anschliessende Parthie des rechten Leberlappens vollkommen die Lage. Während des Lebens und in der Leiche nach hinten sehend und gegen die Unterfläche der Leber fast rechtwinklig abgeknickt, lagert sich derselbe mit dieser in dieselbe Ebene. Die Leberpforte, im Leben beinahe am hinteren Ende der Unterfläche gelagert, erscheint dann fast in der Mitte gelegen, und so wird die Leberunterfläche fälschlich in allen Handbüchern der systematischen Anatomie gezeichnet. Diese Lageveränderungen wären an der herausgenommenen Leber wohl nicht möglich, wenn die dicken Lebermassen starr und un-

nachgiebig wären. Auch diese sind in verhältnissmässig hohem Grade nachgiebig. Die Leber lässt sich unter normalen Verhältnissen in allen ihren Theilen ohne irgend welche Schwierigkeiten biegen, und somit kann sie gegebenen Falles bei auf sie wirkendem Druck von Seiten der sich zusammenziehenden Zwerchfellfasern und bei Gegendruck von Seiten der unterliegenden Eingeweide Formänderungen erleiden. Sie ist, und damit schliesse ich mich vollkommen den Ansichten von His und Braune[1] an, unter normalen Verhältnissen ebenso wenig ein starrer Körper, wie der Magen und die Milz, wenn diese auch bezüglich der Leichtigkeit des Eintretens von Formänderungen voranstehen. Letzteres zeigt sich ohne Weiteres darin, dass die linke Hälfte des Zwerchfells grössere Abwärtsbewegungen macht, als die rechte.

Von dieser veränderten Anschauung in Betreff der Lebersubstanz ausgehend, versteht es sich von selber, dass jeder Formänderung der Zwerchfelloberfläche eine entsprechende Formänderung der Leber, des Magens und der Milz folgen muss.

Die Erfahrung lehrt, dass trotz der Hebung des Brustkorbes die Leber die untere Brustwand nicht verlässt und ich besitze auch eine ganz directe Beobachtung, welche beweist, dass jede Formänderung des Zwerchfells eine gleiche der gesammten Leber zur Folge hat. Bei der Eröffnung der Bauchhöhle des hydrocephalen $11^1/_2$ jährigen Knaben, dessen Unterleibsorgane ebenfalls vollkommen gesund waren, zeigte sich, dass die Leber sich dem Zwerchfell vollkommen anschmiegte. Ich entfernte die Eingeweide sorgfältig bis auf die Leber um genau alle Einzelheiten der Unterfläche sehen zu können, und darauf liess ich künstlich athmen. Die Leber machte jede Bewegung des Zwerchfells mit, entfernte sich nirgends von demselben, und ich konnte unmittelbar beobachten, dass meine zunächst theoretisch construirten Anschauungen über die Art der Leberbewegung und über die Formänderung vollkommen richtig waren. Wenn nun diese Formveränderlichkeit der Leber sich bereits an einem geöffneten und nahezu entleerten Bauch, bei vollkommenem Aufhören jedes intraabdominalen Druckes nachweisen liess, wie viel mehr muss dann dieselbe unter dem Einfluss der Athembewegungen sowohl, wie des positiven intraabdominalen Druckes vorhanden sein.

Es giebt freilich Fälle, wo Leber, Magen und Milz wie bei Ueberfüllung, Hyperaemie, Hypertrophie oder in Folge übermässiger Erhöhung des intraabdominalen Druckes starr werden können, dann aber wird die Zusammenziehung der Zwerchfellfasern und die Formänderung des Zwerchfells auf ein Minimum reducirt und statt der abdominalen erscheint die forcirte thoracale Athmung.

Dies vorausgeschickt, wende ich mich nun zur Darstellung des Einflusses der Bewegungen des Zwerchfells auf die einzelnen Bauchorgane.

[1] Braune in der Erklärung zu Taf. XVI und His, *dies Archiv*, 1878. S. 63 u. ff.

Einfluss der Bewegungen des Zwerchfells auf die Leber.

Der zunächst in die Augen fallende und bereits bekannte Einfluss der Bewegungen des Zwerchfells, welcher percutorisch an der unteren Lebergrenze nachzuweisen ist, ist die Hebung und Senkung der Leber und das Andrängen gegen und das Zurückweichen von der vorderen Bauchwand. Die Leber wird, wie bereits früher erwähnt, entsprechend der Bewegungsrichtung des Zwerchfells bei der Einathmung nach abwärts und vorne, bei der Ausathmung nach aufwärts und hinten bewegt (siehe die Fig.). Die Leber schiebt sich dabei längs des vorderen Abschnittes des Zwerchfells an der vorderen Bauchwand entlang und wälzt sich dabei über die unterliegenden Eingeweide (Flexura prima coli, Colon transversum), mit seinem rechten Abschnitt und über den Pylorus, über das Antrum pylori und den Magenkörper mit seinem linken Lappen, stets der Bauchwand angelagert. Nach Gerhardt schwankt ja das Maass der Excursion zwischen 1 und 2^{cm} nach Weil und Eichhorst zwischen 1 und 1·5^{cm}. Dabei zeichnet Weil auf seiner Taf. VIII die Verschiebung der unteren Lebergrenze von der Sternal- bis zur Axillarlinie gleich gross. Diese Annahme ist nicht richtig. Folgt die Leber den Bewegungen des Zwerchfells und schmiegt sie sich mit ihrer Oberfläche stets der Unterfläche des Zwerchfells an, dann muss, wie meine Abbildung zeigt, nicht allein eine ungleiche Verschiebung der wirklichen oberen Lebergrenze im Sinne der Pathologen, sondern auch der unteren stattfinden. Sie wird seitlich, entsprechend der grösseren Bewegung der Zwerchfellkuppel grösser sein, geringer dagegen gegen die Mittellinie, entsprechend der weniger ausgiebigen Bewegung des Centrum tendineum. Die nähere Erwägung und Betrachtung lehrt nun aber gleichzeitig, dass bei tiefer Einathmung und gleichzeitiger Hebung des Brustkorbes das Maass der Abwärtsbewegung des Zwerchfells (siehe den Medianschnitt) wenigstens in der Mitte nicht der maximalen Abwärtsbewegung des Centrum tendineum hinten entspricht, denn die vorderen sternalen Bündel des Diaphragma werden bei der Hebung des Brustkorbes mit gehoben, und dem entsprechend muss die absolute Abwärtsbewegung des unteren Leberrandes in der Medianebene, also in der Sternallinie um die Höhe der Hebung geringer sein, als das Maass der Abwärtsbewegung der höchsten Punkte des Centrum hinten. Dagegen vergrössert sich bei der Einathmung der Abstand des unteren Leberrandes von dem unteren Theil des Schwertfortsatzes um das Maass der Bewegung des Centrum hinten nach abwärts, und somit kommt diese durch die Hebung des Brustbeintheiles des Zwerchfells verursachte Differenz praktisch nicht in Betracht.

Vergegenwärtigen wir uns nun bei der Senkung des Zwerchfelles (siehe Figur) das Maass der Verschiebung des unteren Leberrandes, so beträgt

dasselbe in der Sternallinie 0·7 cm, in der Mammillarlinie 2 cm, in der Axillarlinie 0·5 cm und ausserdem erscheint der untere Leberrand 1 cm unter dem Rippenrande abwärts verschoben. Woher stammt nun diese geringe Verschiebung in der Axillarlinie und nach hinten von derselben? Wenn wir bedenken, dass sich die Leber niemals von der seitlichen Brustwand entfernt, eben so wenig wie von der vorderen Brustwand, so findet diese Erscheinung einfach ihre Erklärung darin, dass die untere Grenze des Brustkorbes über der Leber nach aufwärts gewichen ist, und dass ferner mit der Seitwärtshebung der unteren Rippen nicht ein einfaches Niedergehen des rechten Leberrandes stattgefunden hat, sondern derselbe ist bei tiefster Einathmung seitlich ausgewichen und der Breitenzunahme der rechten Hälfte der unteren Brustöffnung gefolgt. Die Leber ist somit nicht allein nach abwärts gegangen, sondern breiter und entsprechend der Abflachung der Zwerchfellkuppel in ihrer Krümmung flacher geworden. Diese Abflachung der Leberkrümmung habe ich namentlich klar während der künstlichen Athmung an der Leiche des früher erwähnten hydrocephalen Knaben und zwar an der concaven Unterfläche gesehen, ganz besonders im Bereiche der Leberpforte und des linken Theiles des Lobus quadrangularis. Uebrigens erscheint diese Abflachung nicht allein in transversaler, sondern ebenfalls in sagittaler Richtung (siehe die Figuren) wenn letztere auch in der Medianebene, in der Sternallinie am wenigsten merkbar ist. Die ganze Formänderung der Leber bei der Einathmung könnte man mit Fug und Recht als Dehnung, bei der Ausathmung als Zusammenziehung, als Compression bezeichnen.

Diese Formänderungen, welche der positive intraabdominale Druck nur zu befördern im Stande ist, erscheint mir nun physiologisch ganz ungemein bedeutsam.

Jede Dehnung des Lebergewebes wird, wenn wir zunächst die Kreislaufsverhältnisse in Betracht ziehen, in desto höherem Maasse, je stärker dieselbe ist, die Circulationswiderstände und zwar durch Zug an den Gefässwänden und Ausweitung derselben heruntersetzen. Die arteriellen Bahnen werden freier und die erweiterten Pfortader- und Capillargefässe werden im Stande sein eine grössere Blutmenge zu fassen. Die Erweiterung des innerhalb der Leber befindlichen Pfortader- und Capillargebietes wird eine Ansaugung des Blutes aus dem Pfortaderstamme bewirken, und dieser selbst wird, da am Hilus der Leber, wie wir gesehen haben, die grössten Bewegungen stattfinden, bei seinem Eintritt in das Lebergewebe, wo das Lumen klaffend erhalten wird, erweitert werden. Die Bewegung des Pfortaderblutes gegen die Leber hin und in diese hinein wird dann noch weiter gefördert durch die bei der Einathmung stattfindende Erhöhung des positiven intraabdominalen Druckes, welcher das Blut in den Pfortaderästen gegen den locus minoris resistentiae, gegen die Leberpforte hintreiben

muss. Bedenkt man dann weiter, dass bei jeder Einathmung das Foramen quadrilaterum und damit die darin gelagerte untere Hohlader erweitert wird, dass ferner das Lumen der Lebervenen in der Lebersubstanz bis an die Einmündung in die Cava offen ist, so werden, je tiefer die Athemzüge erfolgen, desto günstigere Verhältnisse für die Durchströmung der Leber, für den Abfluss des in grösseren Massen in die Leber hineingebrachten Pfortader- und Arterienblutes in das Venengebiet und am letzten Ende in die rechte Vorkammer geschaffen. Umgekehrt wird jede Ausathmung das Zuströmen des Blutes aus den Arterien und aus der Pfortader in die Leber behindern. Damit ist nun aber keineswegs gesagt, dass auch der Abfluss des Blutes aus der Leber gehindert ist, im Gegentheil. Durch das Zusammendrücken des Lebergewebes bei der Ausathmung wird der Gefässinhalt durch die offenen Lebervenen in die untere Hohlader gepresst. Ein- und Ausathmung hat also ungehinderten Abfluss, allein nur die Einathmung vermehrten Zufluss des Blutes und ganz besonders des Pfortaderblutes zur Folge. Je flacher die Athmung, desto träger die Durchströmung, desto leichter die Gefahr der Ueberfüllung, der Hyperaemie mit ihren Folgen.

Die Dehnung der Leber bildet nun aber nicht allein ein aspiratorisches Moment für die Blutgefässe, sondern auch für die innerhalb der Leber liegenden Gallengänge und Gallencapillaren, und es ist mir durchaus wahrscheinlich, dass durch die Erweiterung derselben die Galle aus den Leberzellen angesogen werden kann. Jedenfalls wird bei der Dehnung des Lebergewebes während der Einathmung der Spielraum für die Volumsänderungen und namentlich für die Vergrösserung der Zellen bedeutender, und unter allen Verhältnissen wird dann die Compression des Lebergewebes bei der Ausathmung, der Druck auf die Leberzellen das Sekret aus denselben befördern helfen. Wie dem nun auch sei, auf alle Fälle hat die Einathmung und desto mehr, je tiefer dieselbe ist, einen wesentlich fördernden Einfluss auf den Abfluss der Galle aus der Gallenblase in den ductus choledochus und damit in den Darm und auch hier wirkt oberflächliche Athmung, welche Gründe auch immer dieselbe veranlassen, hemmend und nachtheilig.

Ich habe nirgends präcise Angaben gefunden, in welcher Weise man sich die Entleerung der Gallenblase denkt. Ich glaube es herrscht ziemlich allgemein die Vorstellung, dass es abgesehen durch den intraabdominalen Druck durch die Zusammenziehung der glatten Musculatur geschieht, welche sich in den groben Gallenwegen findet. Ich will dieses Moment der Austreibung durchaus nicht in Abrede stellen, allein ich gebe zu bedenken, dass namentlich in der Blase die Zahl der Muskelfasern im Verhältniss zur auszutreibenden Masse gering ist, und dass dieselben um so weniger wirksam sein können, weil die Gallenblase der am tiefsten gelegene Theil der Aus-

fuhrwege ist, und die Triebkraft somit der Schwere entgegen wirken muss. Ich glaube die Entleerung geschieht auf die einfachste Art, indem bei der Einathmung unter Erhöhung des Gegendruckes der unter der Gallenblase und dem ductus choledochus gelagerten Eingeweide, nämlich des Colon transversum und des absteigenden Theiles des Duodenum und bei dem Herabgleiten der Leber nach abwärts vorne die Galle nach hinten oben in der Richtung des Ausführungsganges herausgestrichen wird. Im Augenblicke der Ausathmung und bei dem Heruntergehen des intraabdominalen Druckes wird dann auf's Neue Platz für die in den Gallenbehälter strömende Galle geschaffen.

Ich wende mich nun zu dem

Einfluss der Bewegungen des Zwerchfells auf die Milz.

Auch bei der Milz stelle ich den Satz auf, dass es sich bei der Einathmung nicht allein um eine einfache Verdrängung derselben, bez. um eine gleichzeitige Drehung derselben um die Längsaxe handelt, sondern vor allen Dingen um eine wirkliche Verkleinerung, um eine Kompression von oben nach unten.

Gerhardt behauptet ja eine mittlere Verschiebung der unteren Milzgrenze um $1^1/_2$ cm nach abwärts, während Weil eine solche nach abwärts und vorne annimmt. Ich kann mich nur den Angaben Weil's, dass die Milz bei der Einathmung nach vorne abwärts in der Richtung der zehnten Rippe gegen die vordere Bauchwand, und zwar bei tiefster Inspiration um 1 cm gedrängt wird, anschliessen. Diese Annahme findet ihre Bestätigung durch die Palpation der Milz unter dem Rippenbogen, unter der zehnten Rippe links. Dafür sprechen aber auch ohne Weiteres die topographischen Verhältnisse der Milz. Dieselbe ruht mit ihrem unteren Rande der oberen Kante der linken Niere auf, welcher nach aussen hin abfällt. Nun bemerkt Gerhardt selber, dass die Nieren eine weit fixirtere Lage wie die Milz besitzen, es ist demnach nicht einzusehen, wie der untere Milzrand im Stande wäre eine so ausgiebige Verschiebung um 1·5 cm im Mittel zu machen. Die Niere müsste dann folgen und von einer so ausgiebigen Dislocation derselben ist unter normalen Verhältnissen niemals die Rede gewesen. Ich halte die Nieren in der Norm für so gut wie vollkommen fixirt und für so gut wie vollkommen unbeeinflusst von den Bewegungen des Zwerchfells, und ich kenne kein anderes Moment, welches allenfalls eine Verschiebung der Nieren um ein solches Grössenmaass bedingen könnte.

Die Milz ruht auf dem Nierenrande wie auf einer schiefen Ebene und wird bei der Abwärtsbewegung des Zwerchfells auf dieser nach vorne abwärts gleiten (siehe Tafel). Ferner nimmt Gerhardt eine Verschiebung des

oberen Milzrandes um $2^1/_2$ cm an, allein es geht nicht klar aus seiner Beschreibung hervor, ob er dieses grössere Maass auf die Drehung der Milz um die Längsaxe mit dem oberen Rande nach vorne zurückführt, oder auf eine absolute Verkleinerung der Milz von oben nach unten. Ich halte mit Gerhardt dafür, dass eine solche Drehung bei der inspiratorischen Bewegung des Zwerchfells stattfindet, allein ich bin vor Allem der Ansicht, dass die Verkleinerung der Milzdämpfung auf einer absoluten Verkleinerung dieses Organs, auf einer Compression desselben von oben nach unten, vom oberen Rande gegen die Niere, an die sich unmittelbar der Hilus lienis mit den Gefässen anschliesst, beruht. Umgekehrt wird bei jeder Ausathmung die Milz um 1 cm nach hinten aufwärts längs der zehnten Rippe steigen, sich mit ihrem oberen Rande um die Längsaxe gegen die hintere Brustwand drehen, vor allen Dingen aber sich von dem Hilus nach aufwärts ausdehnen und zwar etwa um 1 cm im Mittel. Das weiche Milzgewebe bietet nach meiner Ansicht unter normalen Verhältnissen der Compression keinen besonderen Widerstand.

Diese Compression erscheint mir nun aber in physiologischer Beziehung, mit Bezug auf die Kreislaufsverhältnisse in der Milz, mit Bezug auf die Ueberwindung der ausserordentlichen Stromwiderstände, welche im Gefässsysteme derselben herrschen müssen (penicilli, Lakunen), ausserordentlich wichtig. Jeder Druck von Seiten des Zwerchfells, vergrössert durch die Erhöhung des intraabdominalen Druckes, wird das Blut aus dem Hilus, gegen den der Druck gerichtet ist, in die vena lienalis und von da in die Pfortader treiben, dabei aber freilich die arterielle Zufuhr beschränken. Jedes Aufheben des Druckes, wie es bei der Ausathmung statt hat, und jede Dehnung des Organes, welche wiederum bei der Exspiration vom Hilus ausgeht, wird die arterielle Zufuhr aus den im Hilus gelegenen Stämmen in die sich erweiternden Blutbahnen der Milz fördern. Freilich wäre dabei auch an eine aspiratorische Wirkung auf das Venengebiet zu denken, allein ob eine solche zu Stande kommt, ist wohl die Frage. Klappen, welche das Rückströmen des Blutes in die Vena lienalis verhindern könnten, sind bis jetzt nicht entdeckt worden, es wäre aber wohl möglich, dass das Rückströmen des Blutes in das Venengebiet der Milz dadurch verhindert würde, dass die zwischen Niere und pancreas und pancreas und Zwerchfellschenkeln gelegene Vene bei der Ausdehnung, welche die Bauchspeicheldrüse nach dem Heruntergehen des intraabdominalen Druckes während der Ausathmung erfahren muss, zwischen Niere und pancreas eingeklemmt würde. Dadurch würde die Rückstauung des Blutes vollkommen gehindert werden können. Diese Compression wage ich aber nur als eine Vermuthung hinzustellen, welche noch weit besser gestützt werden muss, ehe sie sich zum Range einer Thatsache erhebt.

Schliesslich bespreche ich noch den

Einfluss der Bewegungen des Zwerchfells auf den Magen.

Die Bewegungen des Zwerchfells sind für den vollkommen leeren Magen ohne jegliches Interesse, anders steht es dagegen mit dem gefüllten Organ. Ich habe meinen Zeichnungen das Volumen und die Stellung zu Grunde gelegt, welche Luschka und His als typisch für den Magen angenommen haben. Die Veränderungen sind, wie bereits Gerhardt und Eichhorst behaupteten, theils von dem Zwerchfell, theils von der Leber und der Milz, zudem aber namentlich auch von dem Gegendruck der unterliegenden Gedärme abhängig. Durch die linke Zwerchfellkuppel wird der Magengrund nach abwärts vorne und etwas nach innen gedrängt, während in den durch die Hebung des Brustkorbes im Bereich des linken Theiles der unteren Brustöffnung entstandenen Raum theils die Milz sich einschiebt, theils die flexura colica sinistra sich einlagert. Durch den bei der Einathmung sich steigernden Gegendruck der unterliegenden Eingeweide wird die grosse Curvatur in entgegengesetzter Richtung verdrängt und somit gehoben und abgeflacht. Die Drehung der Milz um die Längsaxe wird höchstens eine geringe Vortreibung des Magengrundes an der entsprechenden Stelle bewirken, dagegen wird die Abwärtsbewegung der Leber über die Vorderfläche des Magenkörpers eine Bewegung der Vorderwand des Antrum, sowie des an die kleine Krümmung sich anschliessenden Theiles der Vorderwand des Magenkörpers nach hinten zur Folge haben. Es entsteht also eine Compression des Magens in der Richtung gegen den pylorus, welcher seine Lage nicht wesentlich ändert. Die Muskelthätigkeit des Magens wird somit durch ausgiebige Athembewegungen unterstützt und die Entleerung des Mageninhaltes gegen den Pförtner hin erleichtert.

Zur Anatomie und Chirurgie der Art. subclavia.

Von

Dr. Hans Stahel.

(Gearbeitet auf der topographischen Abtheilung des Prof. Braune.)

(Hierzu Taf. VIII—X.)

Das Gebiet der arteriellen Collateralbahnen ist in den meisten Handbüchern der Anatomie stiefmütterlich behandelt. Namentlich fehlt es denselben an guten, naturgetreuen Abbildungen der einzelnen Collateralwege. Und doch ist eine genaue Kenntniss der Arterienanastomosen von der grössten Wichtigkeit für den Chirurgen. Welch' verderbliche Folgen eine ungenügende Kenntniss der Collateralen nach sich gezogen hat, lehrt am besten die Geschichte der wegen Verletzungen peripherer Aeste ausgeführten Stammesunterbindungen. Die genaue Kenntniss der Collateralen allein ermöglicht ferner, die Folgen einer ausgedehnten und eingreifenden Operation in Bezug auf die nachherigen Ernährungsverhältnisse des operirten Theiles vorauszusehen, denn trotz Antiseptik ereilt Gangrän den von der Zufuhr arteriellen Blutes abgeschnittenen oder mangelhaft ernährten Körpertheil.

Hr. Prof. Braune veranlasste mich daher, die Collateralen der Art. subclavia, axillaris und brachialis in Angriff zu nehmen und überliess mir zugleich zur Beschreibung das Injectionspraeparat eines Individuums, dem früher die Art. subclavia am äussern Rande des M. scal. antic. unterbunden worden war. Es sei mir gestattet, an dieser Stelle Hrn. Prof. Braune für die reiche Unterstützung und die vielen Rathschläge, die er mir bei dieser Arbeit angedeihen liess, meinen besten Dank auszusprechen.

Wenn auch eine Anzahl von Anastomosen in dem Gefässgebiete der Art. subclavia bekannt sind, so ist doch, wie nachfolgende Untersuchung zeigen wird, das Gebiet der constant vorkommenden Collateralwege mit

den früheren Angaben nicht erschöpft. Diess geht schon daraus hervor, dass eine Reihe von Erscheinungen, welche nach der Unterbindung der Subclavia eintreten, zu ihrer Erklärung der anatomischen Grundlage bis dahin entbehrten. Anderseits ist bis jetzt noch nicht der Versuch gemacht worden, die mit der Unterbindung eines Arterienstammes in dessen Gebiete eintretenden Aenderungen von Druck und Geschwindigkeit des Blutstromes zur Erklärung der mannigfachen Formen, wie sie die Collateralbahnen nach der Unterbindung zeigen, heranzuziehen. Die vorliegende Arbeit bezweckt nun, diese Lücken möglichst auszufüllen. Sie schliesst zwar den Gegenstand nicht vollständig ab, bringt aber eine sichere Grundlage von festen Thatsachen, von denen aus weiter gearbeitet werden kann.

Die grosse Zahl von Collateralen, welche die Art. subclavia mit der Art. axillaris verbinden, legt mir in Bezug auf deren bildliche Darstellung eine gewisse Beschränkung auf. Es würde einen eigenen Atlas erfordern, wollte man sämmtliche bis jetzt bekannten Anastomosen dieses Gefässgebietes in Bildern wiedergeben. Ich habe aus diesem Grunde von einer solchen erschöpfenden Darstellung Umgang genommen und beschränke mich in dieser Arbeit darauf, die von mir gefundenen, bis jetzt unbekannten Collateralwege abzubilden und zu beschreiben. Die Berechtigung, diese Anastomosen als neue zu bezeichnen, leite ich daher, dass dieselben in den Handbüchern der Anatomie von Henle, Hyrtl, Luschka, Arnold, Cruveilhier, Tillaux, Sappey und Quain nicht beschrieben sind. Bezüglich der künstlichen Abgrenzung des Truncus brachiocephalicus folge ich in meiner Darstellung Luschka, welcher die Art. subclavia von ihrem Ursprunge bis zum obern Rande des M. pectoralis minor, die Art. axillaris vom obern Rande des Pectoralis minor bis zum untern der Sehne des Latissimus dorsi, die Art. brachialis endlich vom untern Rande des Latissimus dorsi bis zum Halse des Radius gehen lässt.

I. Anastomose zwischen der Art. scalena und einem Zweige der Art. transversa colli. Hiezu Taf. VIII. Fig. 1.

Hinter dem M. scalenus antic., ungefähr der Grenze des innern und mittleren Drittels seines Ansatztheiles entsprechend, geht aus dem obern hintern Quadranten der Art. subclavia ein circa $^1/_2 - 1$ mm dickes Stämmchen ab, welches ich Art. scalena nennen will. Dieselbe verläuft von ihrer Ursprungsstelle schräg nach aufwärts auswärts und giebt auf diesem Wege feine Reiserchen in den M. scal. antic. und die tiefen Halsmuskeln ab. Das Hauptstämmchen der Art. scalena kreuzt die Richtung des Plexus brachialis, indem es zwischen den oberflächlichen und tiefen Bündeln desselben durchgeht. Kurz bevor die Arterie den Plexus verlässt, mündet in

dieselbe ein bogenförmig verlaufendes Aestchen ein, welches aus der Art. transversa colli da entspringt, wo dieselbe zwischen den oberflächlichen und tiefen Bündeln des Plexus verläuft. Dieses Aestchen der Art. transversa colli ist schwächer als die Art. scalena. Es sendet auf seinem Verlaufe feine Reiser zum Plexus und M. scal. med. Der von diesen beiden Arterien gebildete Gefässbogen hat, vom obern Rande der Art. subclavia aus gerechnet, eine Höhe von ungefähr 3 cm. In drei Praeparaten, die ich auf diese Anastomose untersucht habe, fand sich dieselbe zwei Mal. Es ist noch hervorzuheben, dass die Art. scalena nicht etwa die gesondert aus der Art. subclavia entspringende Art. cervicalis prof. ist, indem in beiden Fällen die Art. cervicalis prof. gemeinschaftlich mit der Art. intercostalis supr. vom untern hintern Quadranten der Art. subclavia entsprang. Das die eben erwähnte Anastomose eingehende Aestchen der Art. transversa colli ist ferner nicht zu verwechseln mit dem Ramus cervicalis asc. der Art. transversa colli, indem letzterer zwischen M. levator anguli scap. und Splenius nach aufwärts verläuft und mit der Art. cervicalis superficialis anastomosirt.

II. Der von Zweigen der Art. thoraco-acromialis und Transversa scapulae gebildete Anastomosenring unter dem Ursprung des M. deltoides. Circulus arteriosus subacromialis. Hierzu Taf. VIII. Figg. 2 und 3.

Nach den Handbüchern der Anatomie anastomosieren die Art. thoracoacromialis, Art. superficialis cervicis und Art. transversa scapulae mittelst zahlreicher, auf dem Periost der Pars acromialis claviculae und des Acromion verlaufender Zweige, das sogenannte Rete acromiale darstellend. Ausser diesem Rete acromiale findet sich eine weitere Gefässverbindung zwischen der Art. thoraco-acromialis und der Art. transversa scapulae. Trennt man nämlich den M. deltoides vorsichtig von seiner Ursprungsstelle ab, so stösst man auf einen Gefässstamm, der die Pars acromialis des Schlüsselbeins und das Acromion ringförmig umgiebt. Der Ast der Art. transversa scapulae, welcher die genannte Anastomose mit der Art. thoraco-acromialis bildet, entspringt aus ersterer kurz vor deren Eintritt in die Fossa infraspinata. In diesen Gefässring münden von oben arcadenförmig zahlreiche, aus dem Rete acromiale hervorgehende Stämmchen, während aus dem nämlichen Gefässbogen eine Reihe von Aestchen entspringen, die ihren weitern Verlauf in der Substanz des M. deltoides nehmen. Eine Verbindung dieser Muskelästchen mit Zweigen der Art. circumflexa hum. post. habe ich nicht feststellen können, obschon eine solche Verbindung wahrscheinlich ist. Die beschriebene Anastomose habe ich in allen fünf darauf hin untersuchten Fällen darstellen können.

III. Die Hautanastomosen der Schulter- und Oberarmgegend. Hiezu Taf. IX. Fig. 1.

Unmittelbar unter der Haut der Schulter und des Oberarmes findet sich ein reiches, auf dem subcutanen Fettgewebe verlaufendes Gefässnetz. Die einzelnen Gefässverbindungen dieses Netzes sind von innen nach aussen aufgeführt folgende:

1. Gefässverbindung zwischen Hautästen der Art. thoraco-acromialis und der Art. circumflexa hum. post.
2. Gefässverbindung zwischen Hautästen der Art. thoraco-acromialis und der Art. cervicalis superficialis.
3. Gefässverbindung zwischen Hautästen der Art. cervicalis superficialis und Art. transversa scapulae.
4. Gefässverbindung zwischen Hautästen der Art. transversa scapulae und Art. transversa colli.

Diese Hautanastomosen habe ich nur einmal in dieser Vollständigkeit herausetzen können. Ich bin somit nicht im Stande etwas über die Häufigkeit des Vorkommens dieser Bildungen auszusagen.

IV. Anastomose zwischen dem Ramus coracoides der Art. axillaris und einem Zweige der Art. thoraco-acromialis. Hiezu Taf. IX. Fig. 2.

Ungefähr in der Höhe der Abgangsstelle der Art. subscapularis, etwas oberhalb derselben, entspringen aus der äussern Wand der Art. axillaris drei Gefässe von je circa 1 ^{mm} Dicke. Ich nenne dieselben Rami coracoidei. Von diesen Stämmchen verzweigen sich die beiden untern im Ursprungstheile des M. coraco-brachialis, während das obere, als das stärkste von den dreien, einerseits Aestchen in das unter dem Proc. coracoides befindliche Fettgewebe schickt, anderseits einige Reiser über den Proc. coracoides hinwegsendet. Diese letzteren Gefässe anastomosiren mit einem Aestchen der Art. thoraco-acromialis. Diese Anastomose fand ich in allen darauf hin untersuchten Praeparaten. Im Uebrigen sind die genannten Gefässe bei verschiedenen Individuen von wechselnder Stärke; in einem Falle fehlte das unterste der drei Stämmchen.

V. Erste Anastomose zwischen einem Zweige der Art. circumflexa hum. ant. und einem Aste der Art. brachialis prof. Hierzu Taf. X. Fig. 1.

Hart am innern Rande der Sehne des Caput long. musc. bicip. entspringt von der untern Seite der Art. circumflexa hum. ant. ein dünnes

circa $^1/_2$ mm dickes Stämmchen, welches zwischen der Sehne des langen Bicepskopfes und der Ansatzstelle des M. latissimus dorsi nach abwärts verläuft. In seinem weitern Verlaufe schickt es feine Reiser in den M. coraco-brachialis und biegt dann fingerbreit unter dem untern Rande der Sehne des Latissimus dorsi nach einwärts, um zuletzt, unter dem M. coraco-brachialis weggehend, mit einem Aste der Art. brachialis prof. zu communiciren. Diese Anastomose habe ich in allen drei darauf hin untersuchten Fällen gefunden.

VI. Zweite Anastomose zwischen der Art. circumflexa hum. ant. und einem Muskelaste der Art. brachialis prof. Hiezu Taf. IX. Fig. 2.

Nach aussen von der Sehne des langen Bicepskopfes ändert die anfangs quer verlaufende Art. circumflexa hum. ant. ihre Richtung, indem sie nach abwärts auswärts verläuft. Nahe am innern Rande des M. deltoides teilt sie sich in zwei Aeste, die unter den M. deltoides treten. Vom untern dieser Aeste geht ein dünner Zweig ab, welcher zwischen der Ansatzstelle des M. pectoralis major und dem M. deltoides nach abwärts verläuft. Hart unter dem untern Rande der Sehne des M. pectoralis major biegt das Zweigchen nach innen um und communicirt, den Ansatztheil des M. coraco-brachialis durchsetzend, mit einem Aste der Art. brachialis prof. In einem zweiten Falle, den ich auf diese Anastomose hin untersuchte, communicirte dieser Zweig mit der Art. collateralis radialis sup. Eine Anastomose zwischen Zweigen dieser letztern Arterie mit Aesten der Art. circumflexa hum. post. konnte ich nicht darstellen.

Darstellung des Collateralkreislaufes nach Unterbindung der Art. subclavia sinistra am äussern Rande des M. scal. ant. Nach einem Praeparate der anat. Sammlung zu Leipzig. Hiezu Taf. X. Figg. 2, 3 und 4.

Von der grossen Zahl geheilter Fälle von Unterbindung der Art. subclavia sind es nur wenige, die zur anat. Untersuchung gekommen sind. Am eingehendsten hat Aston Key[1] die Collateralwege, welche der Blutstrom nach Verschluss der Art. subclavia am Orte der Wahl einschlägt, beschrieben und abgebildet. Unser Fall ergänzt in manchen Punkten den von Key beobachteten und soll desshalb hier ausführlicher beschrieben werden. Ich beginne die Darstellung unseres Praeparates mit der Beschreibung der Art. vertebralis, als dem ersten Aste der Art. subclavia.

---

[1] *Med.-chir. Transactions.* Vol. XIII.

Die Art. vertebralis entspringt in unserem Praeparate an normaler Stelle und besitzt einen Durchmesser von 4·5 mm. Ihr Kaliber ist somit nach **Krause**, der die mittlere Dicke der Vertebralis zu 4·5 mm angiebt, nicht vergrössert.

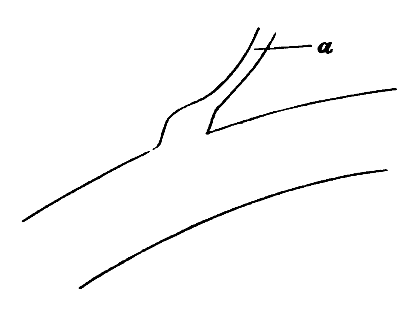


Fig. 1.

Unmittelbar nach aussen von der Abgangsstelle der Art. vertebralis entspringt von der hintern Wand der Art. subclavia der Truncus costocervicalis. Der Anfangstheil dieses Gefässes ist durch eine eigenthümliche kolbige Anschwellung ausgezeichnet. Siehe nebenstehende Zeichnung.

Die Dickenverhältnisse des Truncus costo-cervicalis am Ursprung und vor der Theilung desselben in die Aeste sind folgende:

Durchmesser des Truncus costo-cervicalis *a* am Ursprung 4 mm,
„ des Truncus costo-cervicalis unmittelbar vor der Theilung 3 mm.

1 cm über der Ursprungsstelle des Truncus costo-cervicalis nimmt die schwach 1 mm dicke Art. cervicalis profunda ihren Ursprung. Die Art. intercostalis suprema, welche einen Durchmesser von 3 mm hat, verläuft in normaler Weise. Die Aeste derselben, die Art. intercostalis post. prima und secunda, beschreiben in ihrem Verlaufe mehrfache Windungen.

Die Art. mammaria int. geht 8 mm nach aussen vom Ursprunge der Art. vertebralis aus dem untern, innern Quadranten der Art. subclavia ab. Ihre Dicke beträgt starke 4 mm, während der Durchmesser der normalen Arterie nach **Krause** zu 3·4 mm angegeben wird. In ihrem Anfangstheile verläuft die Art. mammaria int. mit einem nach vorn und aussen convexen Bogen. Auch in ihrem weitern Verlaufe beschreibt dieselbe starke Windungen.

In gleicher Höhe mit der Abgangsstelle der Art. mammaria int., etwas nach aussen, entspringt aus dem vordern obern Quadranten der Subclavia, fast senkrecht zur Axe derselben, der 7 mm dicke Truncus thyreo-cervicalis. Da die normale Dicke dieses Gefässstammes bloss 5·6 mm beträgt, so ist somit das Kaliber des Truncus thyreo-cervicalis in unserem Falle bedeutend vergrössert. Einige Millimeter über dem Ursprunge theilt sich der Stamm in die Art. thyreoidea inf. und in die ausserordentlich starke Art. transversa scapulae. Der Anfangsteil der Art. thyreoidea inf. zeigt eine eigen-

thümliche kolbige Anschwellung, eine Erscheinung, die wir bereits am Anfangstheile des Truncus costo-cervicalis kennen gelernt haben.

Dem entsprechend sind nun auch die Dickenverhältnisse der einzelnen Abschnitte dieses Gefässes verschiedene. Während z. B. der Durchmesser des kolbenförmigen Anfangstheils 5·5^{mm} beträgt, hat die nämliche Arterie kurz vor Abgabe ihres ersten Astes nur eine Dicke von 3·5^{mm}. Die Länge des kolbenförmig erweiterten Gefässstückes beträgt ungefähr 3^{mm}. Nebenstehende Skizze veranschaulicht diese Erscheinung.

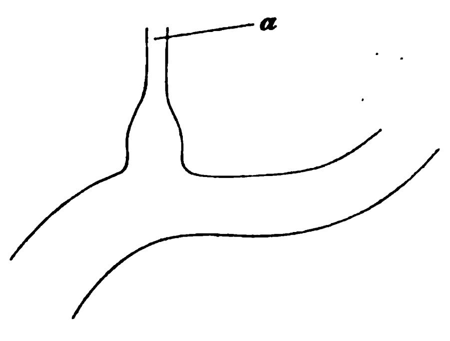


Fig. 2.

Aus der Art. thyreoidea inf. *a* entspringt die Art. cervicalis ascendens, welche eine Dicke von 2^{mm} besitzt. Die Art. cervicalis superficialis existirte leider in dem Praeparate nicht mehr.

Während unter normalen Verhältnissen die Art. thyreoidea inf. der bedeutendste Ast des Truncus thyreo-cervicalis ist, nimmt in unserem Praeparate die Art. transversa scapulae die erste Stelle ein. Dieselbe besitzt eine Dicke von 6^{mm}, während der Durchmesser der normalen gleichnamigen Arterie bloss 2·8^{mm} beträgt. Noch auffallender gestaltet sich der Unterschied, wenn man die aus den Durchmessern berechneten Querschnitte miteinander vergleicht. Die betreffenden Querschnitte als Kreisflächen berechnet, ergiebt sich ein Verhältniss wie 4:1.

Jedenfalls ist der Querschnitt der Art. transversa scapulae unseres Praeparates wenigstens drei Mal grösser als der einer normalen. Die Art. transversa scapulae verläuft von ihrer Ursprungsstelle gerade nach vorn, um dann in kurzem Bogen sich nach aussen zu wenden. Sie durchsetzt parallel mit dem Schlüsselbeine verlaufend, in grossen Windungen die Supraclaviculargegend und giebt, ungefähr 2·2^{cm} vom inneren Rande des M. trapezius entfernt, ein 2·5^{mm} dickes Gefäss ab, das die innere untere Seite genannten Muskels mit Zweigen versorgt. Auf den weiteren Verlauf der Art. transversa scapulae werde ich später zurückkommen.

Unmittelbar nach aussen von der Abgangsstelle des Truncus thyeocervicalis wird der Stamm der Art. subclavia plötzlich enger. Diese Verengerung betrifft ein Stück der Subclavia von 2·2^{cm} Länge. Dasselbe ist nach innen begrenzt von der Abgangsstelle des Truncus thyreo-cervicalis, nach aussen von der der Art. transversa colli. Die Natur dieser Verengerung erhellt am besten aus folgenden Massen.

Durchmesser der Art. subclavia
vor Abgang des Truncus thyreo-cervicalis . . . . 8·5^{mm}
Durchmesser der Art. subclavia
nach Abgang des truncus thyreo-cervicalis . . . . 5·5^{mm}
Durchmesser der Art. subclavia am
äusseren Rande des M. scal. ant. . . . . 4·0^{mm}
Durchmesser der Art. subclavia
vor Abgang der Art. transversa colli . . . . 6·0^{mm}
Durchmesser der Art. subclavia
nach Abgang der Art. transversa colli . . . . 6·5^{mm}

Ungefähr 2^{mm} nach aussen von der Abgangsstelle des Truncus thyreo-cervicalis entspringt aus dem oberen hinteren Quadranten des verjüngten Subclaviatheils ein stark 3^{mm} dickes Gefäss, welches hinter dem M. scal. ant. nach innen und oben verläuft. In einer Höhe von ungefähr 4^{cm} von der Ursprungsstelle aus gerechnet ändert das Gefäss seine Richtung, indem es nach aussen biegt und mit einem Aste der Art. transversa colli communicirt. Das erstere Gefäss, welches aus der Art. subclavia entspringt, ist nichts anderes als die stark erweiterte Art. scalena in Taf. VIII, Fig. 1; beide Gefässe, welche zusammen die eben beschriebene Anastomose bilden, beschreiben namentlich an den Umbiegungsstellen starke Windungen.

Die Art. transversa colli, welche an ihrer Abgangsstelle eine Dicke von stark 4^{mm} (normale Dicke nach Krause 3^{mm}) besitzt, theilt sich auf ihrem Verlaufe zwischen den oberflächlichen und tiefen Bündeln des Plexus in zwei Aeste. Der nach innen abgehende Ast, welcher einen Durchmesser von 3·5^{mm} hat, begiebt sich nach oben einwärts, bedeckt von den oberflächlichen Bündeln des Plexus und communicirt, wie wir bereits gesehen haben, mit der Art. scalena. Der eigentliche Stamm der Art. transversa colli dagegen hat in unserem Falle bloss eine Dicke von 2^{mm}. Dieses Gefäss spaltet sich in einer Entfernung von 2^{cm} von seiner Ursprungsstelle in 2 Aeste. Der nach abwärts verlaufende Ast, welcher eine Dicke von schwach 2^{mm} besitzt, ist der gemeinsame Stamm für die Rami supraspinati und den Ramus dorsalis scapulae. Der obere Ast, welcher einen Durchmesser von 2^{mm} hat, begiebt sich nach innen unter den M. scal. med. und communicirt mit einem Aste der Art. scalena. Zu bemerken ist noch, dass kurz vor der Ursprungsstelle der Art. transversa colli ein schwach 1^{mm} dickes Stämmchen aus der Art. subclavia entspringt, welches sich in der Ansatzportion des M. scal. ant. verzweigt.

Kehren wir nun zur Darstellung des weiteren Verlaufes der Art. transversa scapulae zurück. Die Art. transversa scapulae verläuft in mehrfachen Windungen durch die Fossa supraspinata. Während ihres Verlaufes

durch die erwähnte Grube giebt sie mehrere Stämmchen von 1—2^{mm} Dicke ab, die, den M. cucullaris durchbohrend, sich zum Acromion begeben. Die Aeste, welche das Rete acromiale bilden, sind in unserem Praeparate nicht erweitert. Unmittelbar vor dem Eintritte der Art. transversa scapulae in die Fossa infraspinata theilt sie sich in zwei Aeste von je 4·5^{mm} Dicke. Beide Aeste beschreiben in ihrem Verlaufe nach abwärts ausserordentlich starke Windungen und treten gesondert durch den M. teres minor hindurch. Die Vereinigung derselben zu dem gemeinsamen Stamme der Art. circumflexa scapulae erfolgt in normaler Weise unterhalb genannten Muskels. Die Art. circumflexa scapulae misst jenseits der Vereinigungsstelle 5^{mm} im Durchmesser, während die Dicke der normalen Arterie 3^{mm} beträgt. Der am lateralen Rande des Schulterblattes nach abwärts verlaufende Ast der Art. circumflexa scapulae hat eine Dicke von 2^{mm}. Es existiren in unserem Praeparate keine nennenswerthen Anastomosen zwischen diesem Aste und dem Ramus descendens der Art. transversa colli.

Die Art. thoraco-acromialis und thoracica longa entspringen in unserem Praeparate gemeinschaftlich vom inneren, vorderen Quadranten der Art. axillaris, welch' letztere an dieser Stelle einen Durchmesser von 6^{mm} besitzt. Der den beiden Gefässen gemeinschaftliche Stamm ist kaum 1^{mm} lang. (Die Art. thoracica supr. ist leider in unserem Praeparate zerstört.) Der Stamm der Art. thoraco-acromialis hat am Ursprunge eine Dicke von 3·5^{mm}. Derselbe theilt sich in zwei Aeste, von denen der untere, auf seinem Verlaufe mehrfache Krümmungen beschreibend, sich nach innen begiebt und mit der Art. mammaria int. anastomosirt. Der obere stärkere Ast (2·5^{mm} dick) theilt sich bald nach seinem Abgange tripusartig in drei Aeste, von denen der stärkste, die 2·5^{mm} dicke Art. acromialis sich nach aussen wendet. Der zweite Ast geht zum M. pectoralis major; der Dritte endlich, welcher schwach 2^{mm} dick ist, verläuft in mehrfachen Windungen nach oben und aussen. Derselbe durchsetzt in seinem weiteren Verlaufe den M. subclavius und anastomosirt mit dem Ramus thoracicus (Cruveilhier) der Art. transversa scapulae. Die Art. thoracica longa, an ihrem Ursprung 3^{mm} dick, theilt sich 1·5^{mm} über ihrer Abgangsstelle in zwei Aeste, von denen der obere im II. Intercostalraume nach innen zieht und mit der Art. mammaria int. anastomosirt. Auch dieses Gefäss beschreibt zahlreiche Windungen.

Die Art. circumflexa hum. ant. hat eine Dicke von schwach 2^{mm} (normal 1·5^{mm}); die Art. circumflexa hum. post. ist 3^{mm} dick (normal 3·4^{mm}). Das Kaliber dieser Gefässe ist somit nicht wesentlich vergrössert.

Etwas unterhalb vom Processus coracoides entspringt von der äusseren Wand der Art. axillaris ein schwach 2^{mm} dickes Stämmchen, über dessen Verbindung leider nichts mehr festzustellen war.

Die Caliberverhältnisse der Art. axillaris an verschiedenen Stellen ihres Verlaufes sind folgende:

Durchmesser der Art. axillaris
nach Abgang der Artt. thoracicae ext. 7mm
Durchmesser der Art. axillaris
nach Abgang der Art. subscapularis 8mm

Die Collateralen, durch welche in unserem Falle das Blut dem Arme zuströmte, sind demnach in Kürze zusammengestellt folgende:

1. die Anastomose zwischen der Art. scalena und der Art. transversa colli.

2. die Anastomose zwischen Art. transversa scapulae und Art. circumflexa scapulae.

3. die Anastomose zwischen der Art. mammaria int. und den Artt. thoracicae ext.

4. die Anastomose zwischen Ramus thoracicus der Art. transversa scapulae und Art. thoraco-acromialis.

5. die Anastomose zwischen Art. intercostalis supr. und Art. thoraco-acromialis.

Von diesen 5 Anastomosen strömte der grössere Theil des Blutes nach der Unterbindung durch 1, 2 und 3, der kleinere durch 4 und 5.

Sehen wir nun zu, welche Collateralbahnen der Blutstrom bei der nämlichen Unterbindung in dem Falle von Aston Key eingeschlagen hatte. Ich lasse einer bequemeren Vergleichung dieser beiden Beobachtungen halber die Beschreibung des Falles von Key hier ausführlich folgen. Dieselbe findet sich niedergelegt in Froriep's Notizen Bd. 50 S. 9.

Die Krankengeschichte des von Key operirten Individuum's ist folgende:

„N. N. wurde den 20. September 1823 wegen eines Axillaraneurysma von A. Key die Subclavia dextra unterbunden. A. Key unternahm die Operation, weil er sich vorher überzeugt hatte, dass bei Compression der Subclavia oberhalb des Schlüsselbeins der aneurysmatische Sack sich entleerte. Die Operation verlief günstig; 12 Tage nach derselben fiel die Ligatur. Bis zum Tode des N. N., der im Jahre 1835 erfolgte, konnte der Puls nie wieder weder an der Radial- oder Brachialarterie gefühlt werden.

Section und anatomische Untersuchung.

Die Muskeln des rechten Armes waren gross und stark; sie zeigten eine fast grössere Entwickelung als man sie sonst bei der arbeitenden Classe an der rechten Seite findet. Das Platysma myoides zeigte eine quere Narbe von 1 Zoll Breite. Der rechte M. omohyoideus stand etwas höher. Dies entsprang wahrscheinlich von der Durchschneidung der Fascie, welche diesen Muskel an die Clavicula heftet.

Vom äusseren Rande des Scal. ant. an fand sich die Art. subclavia plötzlich obliterirt. Dieselbe nahm die Form einer dichten platten Schnur an, welche sich etwa $2^1/_2$ Zoll nach der Achselgrube hin fortsetzte und an den Ueberresten des aneurysmatischen Sackes endigte. Die eigentliche Stelle, wo die Arterie unterbunden gewesen war, war durch eine tiefe Einziehung angedeutet. Der aneurysmatische Sack existirte noch in der Grösse eines Hühnereies und lag unmittelbar hinter dem M. pectoralis minor und fest an der zweiten Rippe anhängend. Die obliterirte Portion des Axillarstammes endigte in dem oberen und hinteren Theil des Sackes, während von seiner unteren Fläche die Fortsetzung der Arterie zu entspringen schien, als ein vollständiges Gefäss, indem es fast sein natürliches Caliber wieder erhalten hatte durch den Eintritt eines grossen Zweiges, welcher ursprünglich unmittelbar unter der Geschwulst abgegeben worden war und durch welchen das Blut nacher einen retrograden Verlauf genommen hatte.

Anastomosen.

1. eine hintere Abtheilung, welche aus dem Ramus suprascapularis und Ramus scapularis post. der Art. subclavia besteht und mit der infrascapularis aus der Art. axillaris anastomosirt.

2. eine innere Abtheilung, welche hervorgebracht wird durch die Art. mammaria int. einerseits und die Artt. thoracicae longae et breves und der Infrascapularis andererseits.

3. eine mittlere oder Achselabtheilung, bestehend aus einer Zahl kleiner Gefässe, die aus den Zweigen der Art. subclavia oberhalb herkommen, ducch die Axilla laufen und an dem Hauptstamme oder an einigen Aesten der Art. axillaris unterhalb endigen.

Diese letzte Abtheilung zeigte besonders den Charakter von neugebildeten oder vielmehr erweiterten Arterien. Die Gefässe waren ausserordentlich gewunden und bildeten einen vollständigen Plexus, welcher fast allenthalben mit den Axillarnerven untrennbar verbunden war, wobei mehrere Zweige in die Mitte der Nervenfasern hineindrangen, sodass ihre Lostrennung eine sehr schwierige und mühsame Arbeit war.

Das Hauptagens bei der Restauration des Axillarstammes unterhalb der Geschwulst war die Infrascapularis, welche auf's mannigfaltigste mit der Art. mammaria int., Suprascapularis und Scapularis post. (aus der Subclavia) communicirte, von welchen allen sie einen so grossen Blutzufluss erhielt, dass sie bis auf's dreifache ihrer natürlichen Grösse ausgedehnt wurde. Die Art. infrascapularis entsprang an diesem Subjecte viel höher als gewöhnlich und ihre Ursprungsstelle war in die aneurysmatische Erweiterung eingeschlossen. In der That öffneten sich die Arterien in dem Sacke selbst und nach der Wiederherstellung der Circulation musste das Blut eine kleine Portion der Höhle durchlaufen, um den Anfang des Axillarstammes zu erreichen. Die Continuität zwischen den beiden Gefässen war durch das in der Geschwulst enthaltene Coagulum hindurch erhalten worden, indem das Coagulum für eine kurze Strecke die Arterienhäute darstellte, so dass, als der Inhalt entfernt wurde, das injicirte Wachs auf dem Boden des Sackes zum Vorschein kam, während eine correspondirende tiefe Rinne in dem Coagulum den Canal andeutete, durch welchen das Blut passirt war.

Die Art. subscapularis war in diesem Falle von der Art. cervicalis superficialis hergegeben und wurde gerade, als sie die Scapula erreichte, durch einen Zweig verstärkt, welcher aus der obliterirten Portion des Hauptstammes entstand, welcher aber wieder brauchbarer geworden war dadurch, dass er einen Gefässzweig von der Art. subclavia oberhalb erhielt. Der gemeinschaftliche Ursprung der Art. thoracica brevis und der Art. humero-thoracica war obliterirt, da er aus dem Sacke selbst entsprang; aber die Gefässe haben hernach ihre gehörige Grösse wieder erlangt, indem das eine durch seine Verbindung mit der Art. mammaria int., das andere durch die Verbindung mit der Art. cervicalis superficialis versorgt wurde."

Leider finden sich in dem eben mitgetheilten Berichte dieses Falles keine Angaben über die Grössenverhältnisse der einzelnen Collateralen. Ich kann mich daher bei der Vergleichung dieses und unseres Falles, was den ersteren betrifft, nur auf spärliche Andeutungen im Texte und auf die Abbildung des Praeparates stützen. Ich hebe zunächst das den beiden Fällen gemeinschaftliche hervor.

1. In beiden Fällen war die Art. subclavia am äusseren Rande des M. scalenus ant. unterbunden worden.

2. Die Anastomosen zwischen Art. transversa scapulae und circumflexa scapulae einerseits und zwischen Mammaria int. und Artt. thoracicae ext. andererseits sind in beiden Praeparaten stark erweitert.

3. Die Anastomose zwischen Ramus thoracicus der Art. transversa scapulae und Art. thoraco-acromialis ist beiderseits mässig erweitert.

4. Die erweiterten Arterien zeichnen sich in beiden Fällen durch einen äusserst geschlängelten Verlauf aus.

In nachfolgenden Punkten dagegen unterscheidet sich unser Fall von dem Aston Key's.

1. In unserem Falle ist die Art. subclavia an der Unterbindungsstelle nur verengert, während die Arterie in Key's Praeparate von der Unterbindungsstelle bis zum Aneurysma in einen soliden, undurchgängigen fibrösen Strang umgewandelt ist.

2. Die starke Anastomose zwischen der Art. scalena und einem Aste der Art. transversa colli findet sich in dem Falle von A. Key nicht erwähnt.

3. Die Anastomosen zwischen der Art circumflexa scapulae und Ramus dorsalis scapulae, welche in der Beschreibung des Falles Key als stark erweitert aufgeführt werden, weichen in unserem Praeparate von normalen dieses Gebietes nicht ab.

4. Die Gefässe, welche direct von der Subclavia zur Axillaris gehen und in Key's Praeparate hochgradig erweitert waren, konnten in unserem Praeparate nicht mehr nachgewiesen werden.

Im Allgemeinen geht aus diesem Vergleich hervor, dass der Hauptstrom des Blutes in beiden Fällen den nämlichen Bahnen folgte. Damit steht auch die anatomische Untersuchung normaler Theile in Uebereinstimmung, indem dieselbe das constante Vorkommen dieser Anastomosen nachweist.

Physiologische Betrachtungen.

1. Als Folgezustände der Subclaviaunterbindung lernten wir in beiden Fällen eine enorme Erweiterung der Collateralbahnen kennen. Dieser Erweiterung parallel ging ferner ein stark geschlängelter Verlauf der den Collateralkreislauf vermittelnden Gefässe. Es stellt sich nun die Frage nach den Kräften, welche diese hochgradige Erweiterung und Schlängelung der Collateralen bewirkt haben. Bevor ich indessen dieser Frage näher trete, will ich zunächst das, was über die nach Unterbindung eines Arterienstammes eintretenden Erscheinungen bekannt ist, vorausschicken.

Ludwig und W. Müller[1] haben gefunden, dass, wenn man beim Hunde einen Arterienstamm z. B. die Carotis comm. ligirt, der Druck, im centralen Theile der Carotis mit der Unterbindung steigt, im peripheren dagegen fällt. So stieg, um ein Beispiel anzuführen, in einem Falle der Mitteldruck von 105^{mm} Hg. auf 128^{mm}, als das Gefäss oberhalb der Manometereinsatzstelle ligirt wurde, dagegen sank er im peripheren von anfänglich 108^{mm} auf 88^{mm}. Goll[2] hat ferner nachgewiesen, dass der arterielle Blutdruck proportional der Zahl und Grösse der abgebundenen Arterien steigt.

Aus diesen physiologisch feststehenden Thatsachen schliessen wir, dass der Blutdruck nach Unterbindung der Subclavia centralwärts von der Ligaturstelle steigt, peripherwärts dagegen sinkt. Die Folge der Unterbindung wird daher zunächst die sein, dass das in dem centralen Theile der Subclavia unter einem höheren Druck stehende Blut nach den Stellen geringsten Druckes abzuströmen sucht. In diejenigen centralwärts von der Ligaturstelle aus der Subclavia abgehenden Aeste, in denen der Druck gegenüber dem normalen erniedrigt ist, wird somit nach der Unterbindung das Blut mit grösserer Geschwindigkeit einströmen als vor der Ligatur. Von der Richtigkeit vorstehender Sätze überzeugt man sich leicht durch folgende physikalische Betrachtung. Die Geschwindigkeit eines durch eine Röhre fliessenden Flüssigkeitsstromes hängt von der Grösse der Differenz der an zwei Querschnitten der Röhre beobachteten Drucke ab. Man nennt diese Druckdifferenz, bezogen auf die Längeneinheit der Strombahn, das

---

[1] Ludwig, *Lehrbuch der Physiologie*. Bd. II. S. 167—168.
[2] Goll, Henle und Pfeufer's *Zeitschrift*. N. F. IV.

Gefälle des Stromes. Sind nun z. B. die Drucke im centralen Theile der Subclavia und in der Axillaris, da wo dieselbe die Art. subscapularis abgiebt, vor der Unterbindung p und π; die entsprechenden Drucke nach der Unterbindung $p_{,}$ und $\pi_{,,}$ so ist das Gefälle vor der Unterbindung

$$\frac{p - \pi}{l},$$

nach der Unterbindung $\frac{p_{,} - \pi_{,}}{l}$.

Da nun $p_{,} > p$ und $\pi_{,} < \pi$, so ist dem zufolge das Gefälle in den Aesten, welche den centralen Theil der Subclavia mit dem peripheren verbindet, nach der Unterbindung grösser als vor derselben. Es wird daher, um ein concretes Beispiel anzuführen, das Blut nach der Unterbindung der Subclavia mit grösserer Geschwindigkeit in die Art. transversa scapulae strömen als es in das nämliche Gefäss vor der Unterbindung floss. Ist aber die Geschwindigkeit des Blutstromes vermehrt, so wächst auch die in der Zeiteinheit durch den Querschnitt des Gefässes fliessende Blutmenge. Es hängt nun von der Grösse des Querschnittes der einzelnen Anastomosen ab, ob das einzelne Gefäss erweitert wird oder nicht. Sind die Abflussverhältnisse derartig, dass die in der Zeiteinheit in das Gefäss strömende Blutmenge nicht vollständig ausfliessen kann, so staut sich das Blut im Anfangstheile, d. h. ein Theil der lebendigen Kraft, welche das einströmende Blut zufolge der Druckdifferenz besitzt, wird in Druck umgewandelt. Diese Druckerhöhung tritt zunächst, um wieder an unser Beispiel anzuknüpfen, im Anfangstheile der Art. transversa scapulae auf und bewirkt daselbst eine locale Erweiterung des Gefässes. Letztere nimmt zu, bis die Spannung der Gefässwand sich mit dem im inneren des Gefässes statthabenden Drucke in's Gleichgewicht gesetzt hat. Sobald der Gleichgewichtszustand eingetreten ist, wird ein weiterer Abschnitt des Gefässes ausgeweitet und auf diese Weise schreitet die locale Erweiterung der Collaterale in Form einer langsamen Welle über die Bahn weg. Von dem Momente an, da gerade soviel Blut ausfliesst wie einströmt, tritt ein stationärer Zustand ein, d. h. das Kaliber des Gefässes ändert sich jetzt nicht mehr. Dass die Erweiterung der Collateralen in dieser Weise vor sich geht, werde ich weiter unten zu beweisen suchen.

Die Calibervergrösserung der Collateralen findet somit in dem Vorhergehenden ihre physikalische Erklärung. Nicht erklärt ist aber hierdurch die ungleiche Erweiterung, welche die einzelnen Collateralen zu Folge der Unterbindung der Art. subclavia erfahren haben. Wie erklärt es sich, dass z. B. der Querschnitt der Art. scalena Taf. X, Fig. 2 im Vergleich zu dem der normalen Taf. VIII, Fig. 1 um das Neunfache, während andererseits die Anastomose zwischen der Art. intercostalis supr. und Art. thoraco-acromialis nur

wenig erweitert ist. Leider fehlen darüber Angaben, in welcher Weise der Druck in dem centralen und peripheren Gefässstücke mit der Entfernung von der Unterbindungsstelle sich ändert. Es lässt sich somit dieses verschiedene Verhalten der Collateralen nicht mit Hülfe feststehender Thatsachen analysiren. Folgende Thatsachen weisen aber darauf hin, dass der Druck im centralen Theile der ligirten Subclavia unmittelbar vor der Unterbindungsstelle am höchsten ist und von dieser Stelle nach dem Ursprunge der Subclavia hin abnimmt. Vergleicht man die einzelnen Durchmesser der Gefässe unseres Praeparates mit den entsprechenden normaler Arterien, so ergeben sich folgende Verhältnisszahlen:

Bezeichnung des Gefässes	Durchmesser der Arterien unseres Praeparates	Durchmesser normaler Arterien (n. Krause)	Verhältnisszahlen der Durchmesser der Colonnen II und III	Entfernungen der Ursprungsstellen der einzelnen Gefässe von der Ligaturstelle
Art. scalena	stark 3 mm	$^1/_2$—1 mm	3:1	4 mm
Art. transversa scapulae	6 mm	2·8 mm	2·1:1	8 mm
Art. thyreoidea inf. Anfangstheil	5·5 mm	3·5 mm	1:6·1	
Art. thyreoidea inf. vor Abgabe der Cervic. asc.	3·5 mm	3·5 mm	1:1	
Art. mammaria int. . .	stark 4 mm	3·4 mm	1·2:1	10 mm
Truncus costo-cervicalis Anfangstheil . . .	3·5 mm	3 mm	1·1:1	16 mm
Truncus costo-cervicalis vor dessen Theilung	3 mm	3 mm	1:1	
Art. vertebralis . . .	4·5 mm	4·5 mm	1:1	21 mm

Aus dieser Tabelle geht unmittelbar hervor, dass die Calibergrössen der Gefässe mit deren Entfernung von der Unterbindungsstelle abnehmen. Diese Thatsache scheint daher dafür zu sprechen, dass der Druck im centralen Theile der Subclavia von der Unterbindungsstelle gegen die Ursprungsstelle der Art. vertebralis hin abnimmt. Weitere Untersuchungen werden zeigen, ob die Deutung dieser Thatsache die richtige ist.

Wir haben im Vorhergehenden gesehen, dass mit der Unterbindung der Subclavia die Druck- und Geschwindigkeitsverhältnisse des Blutstromes im ganzen Röhrensysteme sich ändern. Für diejenigen Gefässe, welche aus dem centralen Theile der Subclavia entspringen und durch Anastomosen mit dem peripheren communiciren wurden diese Aenderungen bereits festgestellt. Es erübrigt nun noch die Wirkung der Unterbindung auf den Blutstrom derjenigen Gefässe zu untersuchen, welche zwar aus dem centralen Theile

der Subclavia entspringen, aber **nicht** durch Anastomosen mit der peripheren Subclavia verbunden sind. Wir wollen die Untersuchung an einem concreten Beispiele durchführen, nämlich an der Art. thyreoidea inf., welche in unserem Praeparate ausser einigen Zweigen an die Trachea als stärksten Ast die Art. cervicalis ascendens abgiebt. Auch in der Art. thyreoidea inf. wird nach der Unterbindung das Gefälle des Blutstromes grösser sein als vor derselben, da in dem Quotienten $\frac{p-\pi}{l}$ die Grösse π sich zwar nicht ändert, dagegen p zunimmt. Es wird somit der Blutstrom nach der Unterbindung mit grösserer Geschwindigkeit in die Art. thyreoidea inf. einströmen. Die Folge hiervon ist zunächst eine locale Erweiterung des Anfangstheils der Art. thyreoidea inf. In ähnlicher Weise, wie wir es früher beschrieben haben, würde successiv die ganze Arterie erweitert, wenn das Gefälle des Blutstromes stets das gleiche bliebe. Nun zeigt aber unser Praeparat die Erweiterung bloss auf eine kurze Strecke der Art. thyreoidea inf. beschränkt. Um diese Erscheinung erklären zu können, ist es nothwendig, die zeitlich neben einander laufenden Vorgänge, wie sie nach der Unterbindung der Subclavia in die Erscheinung treten, in der Art. scalena z. B. und in der Art. thyreoidea inf. miteinander zu vergleichen, d. h. es soll untersucht werden, wie die Erweiterung des Gefässrohres bei einerseits die Norm weit übersteigendem Gefälle anderseits bei dem die Norm nur wenig übersteigendem Gefälle sich gestaltet. Ein solcher Vergleich erfordert aber, dass in beiden Gefässen die Anastomosen, durch welche der Druckausgleich erfolgen kann, gleiche Weite besitzen. Die anatomische Untersuchung zeigt, dass sämmtliche Anastomosen des Gefässgebietes der Subclavia mit Ausnahme der Anastomose zwischen Art. transversa scapulae und circumflexa scapulae, macroscopisch die gleiche Weite besitzen. Auch die Anastomosen der Art. cervicalis asc. und der Art. occipitalis haben annähernd dieselben Querschnitte wie die Anastomosen im Subclaviagebiete. Dies ist der Grund, warum ich, um einen schlussfähigen Vergleich zu ermöglichen, nicht die Art. transversa scapulae sondern die Art. scalena der Art. thyreoidea inf. gegenüberstelle.

Es leuchtet ein, dass bei annähernd gleichem Abflusse in beiden Gefässen das Blut mit grösserer Geschwindigkeit in die Art. scalena, mit kleinerer dagegen in die Art. thyreoidea inf. strömt. Die Folge davon ist, dass in dem Anfangstheile der Arterie scalena eine grössere Summe lebendiger Kraft in Druck umgewandelt wird als im Anfangstheile der Art. thyreoidea inf. Je grösser aber der Druck ist, in um so kürzerer Zeit wird die Gefässwand bis zu ihrem Maximum ausgeweitet. Es schreitet somit die Erweiterung des Gefässes in derselben Zeit in der Art. scalena um eine grössere Strecke fort als in der Art. thyreoidea inf.

Von der Richtigkeit des eben Gesagten kann man sich leicht durch folgenden einfachen Versuch überzeugen. Verbindet man einen neuen Cautschukschlauch mit dem Hahne der Wasserleitung, so erweitert sich der der Einflussöffnung zunächst liegende Abschnitt der Cautschukröhre, sobald man das Lumen der Ausflussöffnung soweit verengert, dass in der Zeiteinheit weniger Wasser ausströmt als einfliesst. Die Erweiterung des Rohres erfolgt um so rascher, je mehr Wasser man bei gleichbleibender Ausflussöffnung einströmen lässt und umgekehrt. Verhindert man mittelst der Hand die weitere Ausdehnung des Rohres, so weitet sich der stromabwärts nächstliegende Abschnitt aus. In ähnlicher Weise wie hier die Hand des Experimentator's wirkt im Körper für eine gewisse Zeit die Umgebung des Gefässes.

Nimmt nun, um auf unsere frühere Betrachtung zurückzukommen, mit der Ausbildung des Collateralkreislaufes der anfangs im centralen Theile der Subclavia erhöhte Druck ab, so nähert sich die Druckdifferenz in der Art. thyreoidea inf. der normalen und es fällt das Moment, welches die Ausweitung des Anfangstheiles des Rohres bewirkte, fort. Wir haben aber gesehen, dass die Erweiterung derjenigen Gefässe, welche durch Anastomosen mit dem peripheren Theile der Subclavia in Verbindung stehen, rascher erfolgt als die der Art. thyreoidea inf. Der anatomische Befund der Art. thyreoidea inf. und des Truncus costocervicalis macht die Voraussetzung nothwendig, dass der Druck im centralen Theile der Subclavia schon zu einer Zeit gesunken ist, da erst ein kurzer Abschnitt dieser Gefässe erweitert worden war. Die locale Anschwellung des Anfangstheiles der Art. thyreoide inf. und des Truncus corto-cervicalis beweist somit, dass die Erweiterung der Collateralen aus successive sich folgenden localen Ausweitungen entstanden ist.

2. Ich habe bereits oben erwähnt, dass die Anastomose zwischen der Art. transversa scapulae und der Art. circumflexa scapulae alle anderen Anastomosen dieses Gefässgebietes an Grösse weit übertrifft. Es gehört nicht zu den Seltenheiten, dass man diese Anastomose in einer Dicke von 1·5^{mm} findet (Taf. VIII, Fig. 3). Die Thatsache weist darauf hin, dass während des Lebens Druckschwankungen im Gebiete der Art. circumflexa scapulae häufig sein müssen. Eine Studie ganz anderer Art giebt mir den Schlüssel zur Erklärung dieser Erscheinung. Ich hatte bei dieser Arbeit nebenbei mein Augenmerk darauf gerichtet, welche Stelle der Art. axillaris bei erhobenen und stark abducirtem Arme am meisten durch den Humeruskopf flachgedrückt würde. Dabei zeigte es sich, dass die Partie der Art. axillaris, welche gerade oberhalb der Ausflussstelle der Art. subscapularis liegt, die stärkste Dehnung erfährt. Wie ferner die Beobachtung[1] am Lebenden

[1] Schüller, *Die chirurgische Anatomie.* Hft. 1. S. 64.

zeigt, kann das Gefäss bei stark erhobenem und abducirtem Arme durch den Humeruskopf so plattgedrückt werden, dass der Puls in der Radialis verschwindet. Bei gewöhnlich erhobenem und abducirtem Arme wird daher jedenfalls das Lumen der Axillaris oberhalb von der Ausflussstelle der Art. subscapularis bedeutend verengert. Die Folge hiervon ist eine Druckverminderung unterhalb dieser Stelle und somit auch eine Druckerniedrigung im Gebiete der Art. subscapularis. Sinkt aber der Druck in der Art. subscapularis unter den der Art. transversa scapulae, so fliesst ein reichlicher Strom Blutes aus letzterer durch die Anastomose in die Art. circumflexa scapulae. Da ferner der mittlere Blutdruck, wie die physiologische Erfahrung lehrt, erst in den kleinsten Arterien eine Abnahme erfährt, so kann demnach schon eine kleine Druckerniedrigung in der Art. axillaris eine Rückströmung des Blutes in die Art. subscapularis veranlassen. Die hie und da während des Lebens auftretenden Druckschwankungen im Gebiete der Art. subscapularis erklären somit ungezwungen die abnorme Weite dieser Anastomose.

Es bleibt noch die Frage zu beantworten, wesshalb gerade diese Anastomose so mächtig entwickelt ist, diejenige der Art. circumflexa scapulae und Ramus dorsalis der Art. transversa colli dagegen ein im Vergleich zu ersterer bedeutend schwächeres Caliber besitzt. Diese Frage liesse sich exact beantworten, wenn wir darüber unterrichtet wären, in welcher Weise der Druck peripher von der Ligatur- oder Compressionsstelle mit der Entfernung von letzterer sich änderte. Wie ich bereits früher angeführt habe, existiren keine Angaben über diesen Punkt. Die Thatsache jedoch, dass die Einmündungsstelle der Schulterblattanastomose in die Art. circumflexa scapulae weit näher der Ursprungsstelle der Art. subscapularis liegt, als diejenige der zweiten Anastomose, dürfte etwelchen Aufschluss geben. Gesetzt auch der Fall, die Druckerniedrigung wäre im Anfange der Art. subscapularis gerade so gross wie in den peripheren Aesten derselben, so wäre das Gefälle in der Art. transversa scapulae $\frac{p-\pi}{l}$, in der Art. transversa colli $\frac{p-\pi}{l_1}$. Da aber l_1 grösser als l ist, so wird auch das Gefälle in der Art. transversa scapulae grösser sein als in der Art. transversa colli, mithin mehr Blut in der Zeiteinheit durch die Anastomose der Art. transversa scapulae oder Art. circumflexa scapulae strömen als durch die der Art. circumflexa scapulae und Ramus dorsalis der Art. transversa colli.

Unser Beispiel gestattet noch einen weitern Ausblick. Die reichlichen Anastomosennetze auf der Streckseite des Ellenbogen-, Hand- und Kniegelenkes verdanken wohl ihre Entwickelung und Persistenz den mit den Bewegungen dieser Gelenke verbundenen zeitweiligen Knickungen der Haupt-

arterien. Dass in Folge von Gelenkbewegungen eine Knickung, ja sogar ein vollständiger Verschluss des Gefässstammes der betreffenden Gegend zu Stande kommen kann, beweist das Ausbleiben des Pulses in der Radialis und Tibialis postica bei forcirter Flexion des Ellenbogen- und Kniegelenks. Bei den alltäglichen Bewegungen, die der Mensch auszuführen pflegt, wird zwar kein vollständiger Verschluss, hingegen eine Verengerung der Arterie die Folge jeder stärkeren Flexion genannter Gelenke sein. Nun wissen wir aber, dass mit der Verengerung oder dem Verschlusse eines Gefässstammes der Blutdruck centralwärts steigt, peripherwärts dagegen sinkt. Es wird demnach bei jeder Knickung der Hauptarterie, in Folge des grösseren Gefälles, ein reichlicher Blutstrom durch die Anastomosen fliessen und diese somit offen halten.

Die im Vergleich zu dem üppigen Anastomosennetze der Kniegelenksgegend spärlichen Anastomosen der Fussgelenksgegend sprechen ebenfalls für diese mechanische Auffassung. Die Beugung des Kniegelenks beträgt nämlich am Lebenden nach W. und Ed. Weber[1] im Mittel 145°, während die Excursionsweite des Fussgelenkes bloss einen Winkel von 30°—40° umfasst. Die Art. poplitea wird daher eher eine Knickung ihres Rohres erfahren als z. B. die Art. tibialis antica.

Den nämlichen Kräften, welche die Erweiterung der Collateralbahnen zur Folge hatten, verdanken auch die mannigfachen Krümmungen und Windungen dieser Gefässe ihren Ursprung. Man kann die Wirkung dieser Kräfte auf ein durch einen Flüssigkeitsstrom durchflossenes elastisches Rohr mittels eines einfachen Versuches feststellen. Verbindet man einen Kautschukschlauch mit dem Hahne der Wasserleitung und verengert die Ausflussöffnung der Kautschukröhre, so streckt sich zunächst bei einer gewissen Stromgeschwindigkeit das elastische Rohr. Verhindert man die Streckung, indem das Ende der Röhre festgehalten wird, so biegt der Kautschukschlauch in weitem Bogen aus. Wird nun ausserdem der Bogen fixirt, so dass eine weitere seitliche Bewegung unmöglich ist, so treten zwei Biegungen auf. Dadurch dass man das Ausweichen der Röhre an verschiedenen Punkten verhinderte, könnte man eine grössere Anzahl von Krümmungen erzeugen. — Dieser Versuch giebt uns den Schlüssel zum Verständniss aller der mannigfachen Formen von Krümmungen, welche die erweiterten Collateralen unseres Praeparates aufweisen. Es mag hier genügen, die Analyse der an einem Gefässe vorkommenden Krümmungen durchzuführen. Ich wähle als concretes Beispiel die Art. transversa scapulae, weil gerade diese Arterie die mannichfaltigsten Krümmungen und Windungen beschreibt.

---

[1] W. u. Ed Weber, *Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge*. 1836. S. 171.

Die Art. transversa scapulae verläuft, wie es nebenstehende Skizze veranschaulicht, in weiten Bogen entlang der Clavicula (Fig. 3).

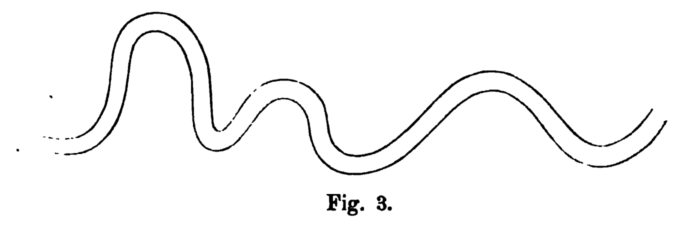


Fig. 3.

In ihrem weitern Verlaufe durch die Fossa supraspinata folgen sich dagegen die Windungen rascher und in der Fossa infraspinata liegt Windung an Windung hart nebeneinander (Taf. X, Fig. 4). Der Grund, wesshalb die Art. transversa scapulae bald sanfte Bogen, bald rasch sich folgende steile Windungen beschreibt, liegt in der den einzelnen Abschnitten des Gefässes entsprechenden verschiedenen Umgebung. In dem lockeren Bindegewebe längs der Clavicula hinziehend, biegt die verlängerte Arterie in weitem Bogen aus, bis sie durch mehr oder weniger unnachgiebiges Gewebe abgelenkt wird; zwischen Knochen und Muskel gelagert, wie in der Fossa supra- und infraspinata kann dieselbe nur kurze Windungen beschreiben. So verläuft der Gebirgsfluss in kurzen und reichlichen Krümmungen thalabwärts, während derselbe Strom in der Ebene grosse Windungen beschreibt.

4. Die Herstellung des Collateralkreislaufes kündigt sich dem Arzte durch verschiedene Zeichen an, von denen das wichtigste, nämlich die Wiederkehr des Pulses, hier zunächst betrachtet werden soll. Die Angaben über die Zeit der Rückkehr des Pulses bei Individuen, denen die Art. subclavia an derselben Stelle unterbunden wurde, lauten verschieden. So pulsirte die Radialis, um einige Beispiele anzuführen, bei Hall's Kranken nach einer Stunde, bei Lizar's Kranken am 3. Tage, bei Post's Kranken am 22. Tage, bei Aston Key's Patienten endlich kehrte der Puls nach der Unterbindung der Subclavia nicht wieder zurück. Der Kranke Key's lebte nach der Unterbindung noch elf Jahre. Die klinische Erfahrung macht es somit wahrscheinlich, dass die Anastomosen dieses Gefässgebietes in Bezug auf ihre Weite bei verschiedenen Individuen variiren. Und in der That findet sich bei verschiedenen Individuen ein messbarer Unterschied in der Weite der mächtigsten Gefässanastomose, nämlich der der Art. transversa scapulae und circumflexa scapulae. So fand ich unter fünf Praeparaten die Durchmesser genannter Anastomose zwischen 0·8 ^{mm} als Minimum und 1·8 ^{m} als Maximum liegend. Es wird daher, ceteris paritus, bei einem Individuum, das eine stark entwickelte Schulterblattanastomose besitzt, das Blut nach der Unterbindung in stärkerem Strome die

Radialis durchfliessen, als bei einem Subjecte, dessen Hauptanastomose nur schwach ausgebildet ist. Die bei den einzelnen Individuen variirende Stärke der Schulterblattanastomose dürfte somit als die wesentlichste Ursache der eingangs erwähnten Erscheinung angesehen werden. — Ist aber die Rückkehr des Pulses ein sicheres Zeichen des hergestellten Collateralkreislaufes, wie erklärt sich dann der Fall von Key? Der Patient Key's lebte noch elf Jahre nach der Unterbindung, ohne dass die Pulsation wiederkehrte. Bei der Section zeigte es sich, dass nicht nur die Brachialis der operirten Seite die normale Weite hatte, sondern es wird noch besonders hervorgehoben, dass die Muskeln des rechten Armes eine grössere Entwickelung gezeigt hätten, als man sie sonst bei der arbeitenden Klasse findet. In diesem Falle beweist die kräftige Entwickelung der Musculatur, dass die Circulation des Armes nach der Unterbindung eine genügende gewesen ist. Das Ausbleiben des Pulses bei Key's Kranken kann nicht anders erklärt werden, als dass die Blutwelle bereits in den Collateralen vernichtet worden ist. Dieser Fall lehrt uns daher, dass die Rückkehr des Pulses zwar die Herstellung des Collateralkreislaufes beweist, das Fehlen des Pulses aber eine ausgiebige und genügende Circulation nicht ausschliesst. Er zeigt uns ferner den Einfluss starker Krümmungen des Gefässrohres und veränderter Elasticität der Gefässwand auf die Fortpflanzung der Blutwelle.

Ein weiteres physikalisches Zeichen des sich ausbildenden Collateralkreislaufes sind die Gefässgeräusche, welche das auf das der Unterbindungsseite entsprechende Schulterblatt gelegte Ohr des Untersuchers hört. In den stark gewundenen, erweiterten Collateralbahnen entstehen Geräusche auf die nämliche Weise, wie in den Arterienstämmen des schwangern Uterus. — Hr. Prof. Braune theilt mir mit, dass er in einem Falle bei der Auscultation der Schultergegend ein starkes Gefässgeräusch hörte, welches ihn veranlasste, den Kranken auf eine früher vorgenommene Unterbindung der Art. subclavia zu untersuchen. Und in der That zeigte es sich, dass dem betreffenden Patienten die Subclavia unterbunden worden war. Da in allen bis jetzt anatomisch untersuchten Fällen von Subclaviaunterbindung die Collateralbahnen und besonders die Anastomose zwischen der Art. transversa scapulae und circumflexa scapulae stark erweitert und geschlängelt gefunden wurden, so dürfte die Zeit des Eintrittes dieses Geräusches nach der Unterbindung und die mit der Erweiterung der Gefässe zunehmende Stärke desselben, werthvolle Anhaltspunkte über die Art und Weise der Herstellung des Collateralkreislaufes im speziellen Falle geben.

Die Angaben, welche die Krankengeschichten über die Temperaturverhältnisse des der Unterbindungsseite entsprechenden Armes enthalten, lauten nicht übereinstimmend. In der grössern Zahl der Fälle, wo auf

diesen Punkt Rücksicht genommen wurde, konnte eine messbare Differenz der Temperaturen beider Arme nicht gefunden werden. In einigen wenigen Krankengeschichten wird dagegen ausdrücklich erwähnt, dass die Temperatur des leidenden Armes höher gewesen sei als die des gesunden. So führt Koch[1] einen Fall an, in dessen Krankengeschichte bemerkt ist, dass der der Unterbindungsseite entsprechende Arm lange Zeit nach der Operation höher temperirt gewesen sei als der gesunde. In der Krankengeschichte eines andern Falles[2] von Unterbindung der Subclavia wird sogar die Temperaturdifferenz in Zahlen angegeben. Die Temperatur des rechten gesunden Armes war zwei Tage nach der Unterbindung 96° F., während der linke Arm eine Temperatur von 98° F. hatte. — Die Temperaturerhöhung des der Unterbindungsseite entsprechenden Armes hat ohne Zweifel ihren Grund darin, dass in diesen Fällen die Hautgefässe der Schulter und des Armes an der Herstellung des Collateralkreislaufes betheiligt und demzufolge erweitert waren. Die anatomische Möglichkeit einer solchen Betheilung beweist Taf. IX, Fig. 1.

Einige Bemerkungen zur Chirurgie der Art. subclavia.

Da eine Krankengeschichte über unsern Fall fehlt und die Existenz einer Hautnarbe in der Supraclaviculargegend aus äussern Gründen nicht mehr festgestellt werden konnte, so stellt sich zunächst die Frage nach der Ursache der an unserem Praeparate beobachteten Erweiterung der Collateralbahnen. Wie aus der frühern Beschreibung hervorgeht, ist das Lumen der Subclavia vom Abgang des Truncus thyreo-cervicalis bis zur Ursprungsstelle der Art. transversa colli stark verengt, jedoch nicht gleichmässig, indem sich die stärkste Verengerung der Art. am äussern Rande des M. scal. ant. findet. Die verjüngte Partie der Art. subclavia ist ihrer ganzen Länge nach durchgängig.

Dieser letztere Befund scheint auf den ersten Blick die Ligatur der Art. subclavia als Ursache der Erweiterung der Collateralbahnen auszuschliessen. Berücksichtigt man jedoch einerseits die Lage der verengten Partie an der typischen Unterbindungsstelle, anderseits das Fehlen eines Tumors, welcher die Verengerung hätte erklären können, so muss diese hochgradige Erweiterung der Collateralbahnen auf eine vorausgegangene Unterbindung als Ursache zurückgeführt werden. Wir schliessen daher

---

[1] Koch, Ueber Unterbindungen und Aneurysmen der Art. subclavia. v. Langenbeck's *Archiv*. Bd. X. Nr. 96. S. 254.

[2] L. F. v. Froriep, *Veraltete Luxationen vom Standpunkte der Chirurgie und Medizinalpolizei betrachtet.*

aus unserem Praeparate, dass dem Träger desselben die Art. subclavia aseptisch (wahrscheinlich mit Catgut) unterbunden worden war und dass die Lösung des Catguts vor der festen Verklebung des Gefässendothels erfolgt war.

Wenn auch die Gefahren der Nachblutungen, welche die Continuitätsunterbindung eines Arterienstammes in der Nähe der Abgangsstellen von Aesten früher mit Recht gefürchtet machten, durch die aseptische Ligatur sehr vermindert ist, so dürfte dennoch die Kenntniss, wesshalb gerade die *nicht* aseptische Ligatur der Art. subclavia am Orte der Wahl so ausserordentlich gefährlich ist, mehr als ein bloss historisches Interesse haben.

In seiner bereits citirten Arbeit hat Koch[1] nachgewiesen, dass die Hauptgefahr bei der Unterbindung der Art. subclavia am Orte der Wahl in dem Auftreten secundärer Blutungen aus dem peripheren Theile der ligirten Subclavia bestehe. Die Ursache dieser Nachblutungen findet Koch, gestützt auf zahlreiche Sectionsbefunde, in dem Ausbleiben der Thrombusbildung sowohl in dem peripheren als centralen Stücke der Art. subclavia. Eine befriedigende Erklärung jedoch, wesshalb gerade an dieser Stelle die Thrombusbildung ausbleibt, vermochte derselbe nicht zu geben.

Die Kenntniss einer bis dahin unbekannten Anastomose giebt den Schlüssel zum Verständniss dieser Thatsache. Wirft man einen Blick auf Taf. VIII, Fig. 1 und Taf. X, Fig. 2, so erkennt man sofort, dass die starke Anastomose Taf. X, Fig. 2, welche die Ligaturstelle überbrückt, nichts anderes darstellt als den hochgradig erweiterten, an dieser Stelle normal vorkommenden Gefässbogen Taf. VIII, Fig. 1. Aus dieser Gefässanordnung geht unmittelbar hervor, dass in den zwischen der Ligatur und den Abgangsstellen der Gefässe liegenden kurzen Strecken der Subclavia eine Thrombenbildung nicht statthaben kann, da hier Wirbelbildungen eine Stagnation des Blutes verhindern.

Zum Schlusse möchte ich noch kurz auf eine Thatsache aufmerksam machen, deren ich bereits in einer andern Arbeit[1] Erwähnung gethan habe. Es betrifft dieselbe die abnorme Dünnwandigkeit der Art. subclavia gerade am äussern Rande des M. scal. antic. In einem Falle[2] von Unterbindung der Subclavia am Orte der Wahl hatte diese abnorme Dünnwandigkeit der Art. zu Folge, dass der Faden durchschnitt. Der Patient ging an Verblutung zu Grunde.

---

[1] Koch, a. a. O.

[2] H. Stahel, Ueber Arterienspindeln und über die Beziehung der Wanddicke zum Blutdruck. *Dies Archiv*, 1886.

[3] Stephani, Arteriencompressur bei arteriellen Blutungen. *Aerztliche Mittheilungen aus Baden.* 1871. Nr. 20.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. VIII.

Fig. 1.

1. u. 6. M. scalenus antic.
2. Art. superficialis cervicis.
3. Art. thyreoidea inf.
4. Art. vertebralis.
5. Art. mammaria int.
7. Art. transversa scapulae.
8. Art. transversa colli.
9. Art. scalena.
10. Plexus brachialis.

Fig. 2.

1. Art. transversa scapulae.
2. Art. acromialis.
3. Circulus arteriosus subacromialis.

Fig. 3.

1. Ast der Art. transversa scapulae, welcher die ringförmige Anastomose mit der Art. acromialis bildet.
2. M. infraspinatus.
3. u. 4. M. deltoides.
5. Caput long. musc. tricipit.
6. M. latissimus dorsi.
7. Art. circumflexa scapulae.
8. M. teres major.
9. M. trapezius.

Taf. IX.

Fig. 1.

1. Ast der Art. thoraco-acromialis.
2. u. 3. Aeste der Art. circumflexa humeri post.
4. Aeste der Art. transversa scapulae.
5. Ast der Art. transversa colli.
6. Ast der Art. cervicalis superficialis.

Fig. 2.

1. Rami coracoidei.
2. Art. subscapularis.
3. Ansatztheil des M. pectoralis major.
4. Art. collateralis radialis sup.
5. Anastomose eines Zweiges der Art. circumflexa hum. ant. mit einem Muskelaste der Art. brachialis prof.
6. Art. circumflexa hum. ant.
7. Auf den M. deltoides geschlagener, abgeschnittener Ast der Art. thoracoacromalis.
8. Ast der Art. acromialis, welcher den Anastomosenring unter dem Ansatz des M. deltoides bildet.
9. M. latissimus dorsi.

Taf. X.

Fig. 1.

1. Processus coracoides.
2. u. 7. M. coraco-brachialis.
3. Art. circumflexa hum. ant.
4. Art. brachialis prof.
5. M. triceps.
6. M. biceps (caput breve).
8. Ansatzportion des M. pectoralis major.

Fig. 2.

1. M. scalenu antic.
2. Art. scalena.
3. Art. transversa scapulae.
4. Art. transversa colli.
5. Anastomose zwischen der Art. scalena und einem Aste der Art. transversa colli.
6. Plexus brachialis.
7. Ast der Art. transversa scapulac.

Fig. 3.

1. Anastomose zwischen dem Ramus thoracicus der Art. transversa scapulae und einem Aste der Art. thoraco-acromialis.
2. Art. thoracicae ext.
3. Art. subscapularis.
4. M. pectoralis minor.

Fig. 4.

1. M. infraspinatus.
2. M. teres minor.
3. Caput long. musc. tricipit.
4. Anastomose zwischen der Art. transversa scapulae und Art. circumflexa scapulae.
5. Vorderer Rand des M. trapezius.

Die ektoblastische Anlage des Urogenitalsystems beim Kaninchen.

Von

W. Flemming,
Professor der Anatomie in Kiel.

(Hierzu Taf. XI.)

Für die gesammte Literatur der Frage, welche mein Thema betrifft, kann ich mich der Kürze zu Liebe auf die hier noch mehrfach citirte Abhandlung von Graf F. Spee[1] beziehen, in der dieselbe ausführlich zusammengestellt ist, und kann mich begnügen, hier die folgenden Hauptpuncte hervorzuheben. Der Gedanke, dass die wesentlichen, epithelialen Bestandtheile des Urogenitalsystems vom äusseren Keimblatt stammen, ist bekanntlich zuerst von His[2] vertreten worden; seine anfängliche Annahme, dass dem eine unmittelbare Abschnürung vom Ektoderm zu Grunde liege, glaubte er nicht festhalten zu können, da er sich überzeugte dass das Gebilde, in dem er jene Einstülpung anfangs gesucht hatte, der Zwischenstrang, eine andere Bestimmung hat. Den Grundgedanken hat His darum nicht aufgegeben, sondern angenommen, dass bereits eine frühere Einwucherung ektoblastischer Zellen im Bereiche des Axenstranges dem mittleren Keimblatt das fragliche Material zuführe; und in dieser Form hat seine Anschauung auch auf anderen Seiten, so besonders bei Waldeyer,

[1] Ueber directe Betheiligung des Ektoderms an der Bildung der Urnierenanlage des Meerschweinchens. *Dies Archiv.* Anat. Abth. 1884. S. 89 ff. Taf. V.

[2] Beobachtungen über den Bau des Säugethiereierstocks. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1865. Bd. I; und *Die Häute und Höhlen des Körpers.* 1865; und weiter: *Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes.* 1868. *Unsere Körperform.* 1875.

Zustimmung gefunden. Inzwischen war Hensen[1] schon bald nach den ersten Mittheilungen von His für eine directe Abschnürung der Urogenitalanlage vom Ektoderm eingetreten, fand dieselbe aber beim Kaninchen an einer anderen Stelle, nämlich lateral neben der Urwirbelgegend. Diese Angabe blieb lange ohne Bestätigung und ohne die Anerkennung, die sie verdient, bis vor zwei Jahren Graf Spee den gleichen Abschnürungsprocess beim Meerschwein auffand und in der anfangs citirten Arbeit genau beschrieb.

Da jedoch auch diese Beschreibung alsbald wieder Anfechtung erfahren hat,[2] halte ich es nicht für überflüssig, hier eigene Beobachtungen zu ihrer Bestätigung mitzutheilen. Es scheint mir dies um so mehr motivirt, weil meine Befunde sich auf Hensen's Object, das Kaninchen, beziehen. Ich glaube, der Mangel an Bestätigung und Zustimmung beruht in diesem Falle lediglich darauf, dass überhaupt noch nicht sehr viel Material von diesen frühen Stadien des Säugethieres zur genauen Untersuchung gekommen ist und, wo dies geschah, nicht immer mit recht geeigneten Methoden conservirt und präparirt wurde. Deshalb kann ein glücklicher Fall, der dazu Gelegenheit bot, wohl die Beschreibung verdienen.

Kürzlich fand ich mehrere junge Kaninchenembryonen in den fraglichen frühen Stadien, von denen vier sofort nach dem Herausnehmen fixirt wurden, zwei mit dem von mir angegebenen Chrom-Essig-Osmiumgemisch,[3] einer mit Chromsäure von 1 p. c. und einer mit Osmiumsäure. Nach Waschung in Wasser und Nachhärtung in absolutem Alkohol färbte ich die drei ersteren in Delafield'schem Hämatoxylin, den vierten in Grenacher'schem Alauncarmin durch, und schnitt sie nach dem Spee'schen Verfahren (Paraffinbänder),[4] zu Serien von durchschnittlich 8 μ Schnittstärke.

Der eine von diesen Keimen (A) war etwas weiter entwickelt als die übrigen,[5] über 5^{mm} lang, und zeigt schon nichts mehr von der ersten

---

[1] Virchow's *Archiv.* Bd. XXXVII. S. 81; und *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1867. Bd. II; Speciellere Darstellung dann in: Beobachtungen über die Befruchtung und Entwickelung des Meerschweinchens und Kaninchens. *Dies Archiv.* 1875. S. 370—371, Figg. 50, 51, 52.

[2] v. Mihalkovics, in der am Schluss citirten Abhandlung.

[3] Behrens, *Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie.* 1884. Bd. I. Hft. 3.

[4] *Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie.* 1885. Bd. II. S. 7.

[5] Etwas weiter, als der Embryo von 9 Tagen 3 Stunden, der in Kölliker's *Entwickelungsgeschichte.* 2. Aufl. Fig. 173. S. 251, abgebildet ist: Medullarrohr bis in die Allantoisgegend geschlossen. Augenblasen bis nahe an's Ektoderm vorgestülpt, noch keine Linsenanlage; Gehörblasen bilden weite gerundete Buchten mit noch nicht verengtem Eingang; vordere Kopfkrümmung stark entwickelt, Nackenkrümmung hat begonnen, Schwanzkrümmung ebenso; Allantois schon etwas grösser als in der citirten Figur Kölliker's, der ganze Leib ist um wenig stärker geschlängelt als dort, der Hinterdarmschluss etwas weiter nach vorn vorgerückt.

ektoblastischen Urogenitalanlage, um die es sich hier im Folgenden handelt. Es ist an ihm im ganzen hinteren Mittelleib und bis in das gekrümmte Schwanzende das Querschnittbild vorhanden, das ich in Fig. 2, schon aus dem Anfang der Schwanzkrümmung, skizzire: Zwischen den Urwirbelmassen *(uw.)* und den Somatopleuren *(som.)* liegt jederseits, von beiden etwas gesondert, ein unterer etwas grösserer Zellenstrang *gr.*, entsprechend dem „Grenzstrang" nach Hensen und Spee, und dicht darüber ein kleinerer Strang (*u. g. st.*, vergl. meine weiteren Figuren), der mit einem verschmälerten Kamm gegen das Ektoderm sieht, aber mit ihm nicht zusammenhängt. Das Bild entspricht also etwa dem Zustand von Kölliker's Fig. 200 a. a. O. S. 280, ausgenommen, dass in dieser nur ein Strang *(ung.)* statt jener beiden vorliegt und zwar in Zusammenhang mit der Somatopleura, während bei meinen Schnitten eine Lücke diesen Zusammenhang trennt. Weiter gegen das Kopfende lagert sich dann der Strang *u. g. st.* mit dem unterliegenden Grenzstrang zusammen, wie es Spee näher beschrieben hat.[1] Dann hat man nur einen compacten, oder noch eben durch eine quere Marke getrennten Strangquerschnitt, so wie Beides in Kölliker's Fig. 200 a. a. O. *(ung)* zu sehen ist. Ich gebe die Skizze in Fig. 2 nur, um zu zeigen wie rasch der im Folgenden beschriebene Vorgang abläuft, und dass man in diesem Stadium nicht mehr erwarten kann, einen Zusammenhang zwischen Ektoderm und Urogenitalanlage zu finden.[2]

Der zweite Embryo *(B)* ist kleiner, etwa 4^{mm} lang, und dürfte im Allgemeinen dem Zustand der citirten Fig. 173 bei Kölliker entsprechen. Nach der Querschnittserie lassen sich 16 angelegte Urwirbelkörper zählen, mit Einschluss der endständigen, welche noch unvollkommen abgegrenzt sind. Die Augenblasen sind etwas kleiner als bei *A*, Linsenanlage fehlt wie dort, die Gehörblasen bilden noch flache Buchten, die Allantois ist etwa von dem Umfang wie in der citirten Fig. 173.

Im mittleren Drittel der Leibeslänge zeigt der Querschnitt in der fraglichen Gegend das gleiche Verhalten, wie es eben nach Fig. 2 beschrieben wurde. Dicht vor der Stelle aber, an welcher eben der hintere Darmschluss angelangt ist, und in der Gegend des letzteren selbst, findet sich auf eine kurze Strecke das Folgende (Figg. 5, 6, 7; 1, 3):

Lateral neben den Urwirbelmassen, die hier noch nicht nach einzelnen Somiten abgegliedert sind, ist das Ektoderm (auch weiter vor dieser Stelle) auf der einen (rechten) Leibesseite zu der flachen Furche eingeknickt, welche auch in Fig. 2, 1, 4 zu sehen, und in vielen Abbildungen Anderer wieder-

[1] Siehe dessen Figg. 6 und 7 a. a. O.

[2] Wenigstens nicht bis in den vorderen Theil der Schwanzkrümmung. Es wäre möglich, dass im letzten gebogenen Hinterende, das ich wegen der Unbequemlichkeit des Drehens nicht ganz mit geschnitten hatte, noch etwas davon zu finden sein mag.

gegeben ist. Auf der linken Seite (Fig. 6) ist diese Furche vor der betreffenden Stelle flacher (vergl. Fig. 5, rechts), und an der Stelle selbst so gut wie gar nicht ausgesprochen (Fig. 6). In dieser Furche nun beginnt, wenn man in der Schnittreihe von hinten nach vorn fortschreitet, eine immer verstärkte Verdickung des Ektoderms (siehe die Pfeilreihen in Figg. 5 und 6. Diese sind mit der Camera lucida gezeichnet und geben so das Anwachsen der Leiste möglichst getreu wieder). Fig. 1 zeigt den Schnitt *c* Fig. 6 stärker vergrössert, Fig. 7 *c* vom selben Schnitt mit Zeiss Oelimmersion $^1/_{18}$ den Durchschnitt der Leiste auf der rechten Körperseite (= linke Seite in der Figg. 1 und 5).

In diesem ganzen Bereich, und überall weiter nach hinten, ist oberhalb der Grenzstranggegend der kleinere Strang *u. g. st.* nicht vorhanden, welcher in Fig. 2 über dem Grenzstrang *(gr)* dargestellt ist, und der Grenzstrang selbst nicht mehr so deutlich, wie weiter vorn, von den Urwirbeln und Seitenplatten abgegliedert.[1]

Geht man dagegen weiter nach vorn, so lässt sich auf beiden Seiten die Ablösung der verdickten Leiste vom Ektoderm, und ihr Uebergang in den Strang *u. g. st.* verfolgen, welchen Fig. 2 zeigt.

Da die Schnittebene nicht geändert wurde und der Leib, wie gesagt, etwas geschlängelt liegt, sind die Schnitte ein wenig schief gefallen, sowohl gegen die Längsaxe als gegen die Fläche; so unbedeutend dies ist, so kann es bei der Dünne der Schnitte schon mit dafür in Betracht kommen, dass die Verdickung *u. g. st.* auf der einen (rechten) Seite des Embryo erst um 54 Schnitte weiter vorn beginnt, als auf der linken.[2] Doch kann dies unmöglich bloss auf Schiefheit der Schnitte beruhen; denn bei der Grösse der Distanz — 54 Schnitte gleich mehr als $0 \cdot 4^{mm}$[3] — müssten die Schnitte dafür weit schräger sein als sie sind. Zum Theil beruht der ungleiche Anfang auch auf der schwachen Krümmung des Leibes; es scheint mir aber auch dies nicht zu genügen und ich möchte deshalb annehmen, dass der Process der Leistenbildung überhaupt nicht ganz symmetrisch zu beginnen braucht, und es in diesem Falle nicht gethan hat. Dafür spricht noch Folgendes: die Strecke, in deren Bereich die Leiste noch fest am Ektoderm hängt, ist auf beiden Seiten ungleich lang, links beträgt sie 84 Schnitte,

---

[1] Siehe Fig. 1, wo auf der einen Seite diese Abgliederung erkennbar, auf der anderen nicht deutlich ist. In Fig. 5 habe ich der Uebersichtlichkeit wegen den Grenzstrang überall etwas isolirt gegeben, auch wo seine Abgrenzung sich am Praeparat nicht markirt.

[2] In den Abbildungen sind die Körperseiten umgekehrt. Der Schnitt *a* in Fig. 6 liegt um 54 Schnitte hinter *c* Fig. 5, letztere identisch mit Fig. 1 und *c* Fig. 7.

[3] Die Schnittdicke = 6—10 μ, ich rechne 8 als Mittel.

rechts nur 52, also links etwa 0·67^{mm}, rechts 0·42^{mm}.[1] Wenn die Länge dieser Haftstelle beiderseits so ungleich sein kann, so mag auch der ganze Process etwas asymmetrisch auftreten können.

Der Embryo *C* ist etwas kleiner als *B*, die Leibesaxe abgesehen von der vorderen Kopfkrümmung ganz gerade, ausgenommen eine kleine Biegung am Hinterende, von der ich nicht sagen kann ob sie natürlich, oder durch das Reagens (Chromsäure) entstanden sein mag; sie hat durch Abschrägung der Schnittebene zum grössten Theil die Asymetrie der Schnitte in dieser Gegend (Fig. 4) bedingt. Nach dem Habitus der Augen- und Ohrblasen (letztere noch gar nicht eingesenkt, nur Verdickungen des Ektoderms) und dem noch geringeren Darmschluss ist der Keim jünger als *B*.[3] Auch hier findet sich dieselbe Verdickungsleiste des Ektoderms, wie beim letzteren Embryo, in der Gegend des Hinterdarmschlusses und eine Strecke weiter nach vorn (*u. g. st.* in Fig. 4); nur ist hier ihre Continuität mit dem äusseren Blatt deshalb weniger auffallend, weil die Blätter hier (vermöge der Chromsäurewirkung) enger zusammenliegen als bei *B*. Ein Unterschied bei *C* gegen *B* ist, dass die Furche *F*, zwischen Urwirbel- und Seitenplattengegend sich viel stärker eintieft;[4] so bleibt es auch noch viel weiter, nach vorn wie nach hinten, an den auf Fig. 4 folgenden Schnitten.

Von dem Embryo *D* ist, zufolge von Missgeschick beim Durchschmelzen, ein Theil des Kopfendes verdorben und auch die übrigen Schnitte zum Theil nicht glatt aufgeklebt, und die Zellen ziemlich geschrumpft, wie es bei dieser Methode an Osmiumsäureobjecten leider leicht vorkommt. So weit sich urtheilen lässt, ist der Embryo etwa im Stadium von *C* oder zwischen ihm und *B*. An der entsprechenden Stelle des Hinterendes findet sich an einer Anzahl von Schnitten, deren Conservation leidlich ist, wiederum der Durchschnitt der beschriebenen Leiste am Ektoderm; auch hier am Grunde einer tieferen Furche, wie es eben von *C* beschrieben ist, und auch hier weiter nach vorn reichend, als bei *B*. In einer Gegend ist der Grund der Furche sogar noch bedeutend tiefer, faltenförmig. Noch weiter vorn ist wieder das Bild das der Fig. 2.

---

[1] Es sind nur 31 Schnitte, an denen beiderseits zugleich die Leiste in vollständigem Zusammenhang mit dem Ektoderm ist. Nach vorn von da, wo dieses auf der linken Seite aufhört und der Wulst durch eine Spalte vom Ektoderm deutlich getrennt wird, folgen noch 21 Schnitte mit Zusammenhang auf der rechten Seite, dann auch hier die Spalte.

[2] Siehe Figg. 5 und 1. Der Schnitt *a* Fig. 6 liegt um 54 Schnitte hinter Fig. 1 = *c* Fig. 5 = *c* Fig. 7.

[3] Die Urwirbel konnten nicht gezählt werden, da die Mitte des Leibes durch Bruch verloren gegangen ist.

[4] Vergl. Fig. 4 mit Figg. 5 und 6.

Es lässt sich fragen, worauf die grössere Tiefe der Furche *F* bei den beiden Keimen *C* und *D*, gegenüber *B*, zu beziehen ist. Man könnte zunächst denken, dass nur bei *C* und *D* die Form ganz natürlich erhalten,[1] bei *B* aber durch eine verändernde Wirkung des Reagens der Leib mehr in die Breite ausgedehnt, und dadurch die Furche abgeflacht sei. Ich möchte dies aber doch nicht glauben, sondern annehmen, dass der flache Habitus von *B* (Figg. 1, 5, 6) wirklich oder doch nahezu dem natürlichen Verhalten entspricht: erstens, weil andere bezügliche Abbildungen[2] vom Säugethier die Furche ebenso flach, oder nur unbedeutend tiefer zeigen wie meine Figg. 5 und 6; und zweitens, weil *B*, ausser einer geringfügigen Trennung der Blätter, sonst in allem eine gute Erhaltung zeigt. Es scheinen mir also für diesen Punct zwei Deutungen übrig zu bleiben: entweder die, dass in dem etwas späteren Stadium von *B* der Leib an der fraglichen Stelle wirklich flacher geformt ist, als in den früheren von *C* und *D*; oder die, dass die Tiefe der Furche überhaupt individuell dem Wechsel unterworfen ist.

Nach dem oben Beschriebenen kann kein Zweifel daran bestehen, dass der Strang *u. g. st.* in den späteren Stadien (Fig. 2) aus der verdickten Leiste des Ektoderms (*u. g. st.* in Figg. 1, 5, 6) entsteht, indem diese successiv von hinten nach vorn anwächst, sich vom Ektoderm löst und in die Tiefe rückt. Es kann nur noch die Frage gestellt werden, ob die Leiste damit auch im feineren Sinne ektoblastischer Abkunft ist, ob sie nicht vielleicht aus angelagerten mesoblastischen Zellen bestehen und durch deren Vermehrung wachsen könnte.

Sie hängt allerdings fest mit dem Ektoderm zusammen, wie am besten der Embryo *B* zeigt. Bei diesem ist, wie erwähnt, durch eine leichte Abschrumpfung der Blätter von einander zwischen Ektoderm und Mesoderm ein Raum entstanden.[3] dessen Durchmesser in Fig. 1, sowie Fig. 7, genau nach den Praeparaten aufgenommen ist. Der Wulst aber, der den Querschnitt der Leiste darstellt, ist überall am Ektoderm haften geblieben,

---

[1] Für *c* ist dies jedenfalls anzunehmen, da die Chromsäure von 1 Procent für Säugethierkeime sehr gut formerhaltend wirkt; dies ergiebt sich auch aus den sonstigen Verhältnissen bei *c*, besonders daraus, dass die Blätter fast gar nicht von einander getrennt sind.

[2] Z. B. Spee, a. a. O. Fig. 1; — Kölliker, a. a. O. Figg. 190, 198, 201; — Hensen, a. a. O. Figg. 50 und 51, in letzterer Figur ist die Furche auf der einen Seite so flach wie bei meinem Keim *B*, auf der anderen so tief wie bei *C*.

[3] Ob diese Trennung der Blätter, die an Osmiumsäure- und an Osmiumgemisch-Praeparaten gewöhnlich, und besonders stark an Vogelembryonen, nach Paraffindurchschmelzung vorliegt, auf die Wirkung der Reagentien zu beziehen ist oder sich an solchen Praeparaten erst bei der warmen Durchschmelzung einstellt, wird noch festzustellen sein.

auch dort noch, wo das Ektoderm-Hautblatt sich von ihm schon durch die kleine Spalte abgrenzt, die Graf Spee bereits beschrieben hat.[1] Ausgezogene Brücken und Fortsätze der gegenüberliegenden mesodermatischen Zellen haften allerdings an der Innenfläche des Wulstes (Fig. 7, Fig. 3); dies kann aber nicht als Beleg benutzt werden, um etwa den Wulst zum mittleren Blatt zu rechnen, denn die gleichen Brücken und Ausläufer finden sich an der Innenfläche des Ektoderms auch an anderen Stellen, wo dasselbe rein einschichtig ist (nach rechts und links in den Bildern Fig. 7 mit angedeutet). Es ist übrigens schwer zu bestimmen, wie viel von diesen Brücken wirklich Zellenausläufer, und wie viel blosse Gerinnsel sind: letztere spielen jedenfalls mit, denn auch auf der äusseren Fläche des Ektoderms, wo ja nur Amniosflüssigkeit ist, finden sich solche kurze freiaufhörende Anhängsel, die ich in Fig. 7 mit dargestellt habe, und die natürlich Gerinnsel sind.

Das Zusammenhaften der Urogenitalleiste mit dem Ektoderm, das hiermit wohl hinlänglich demonstrirt ist, liefert, wie ich zugebe, noch keinen absoluten Beweis für ihre ektoblastische Abkunft. Hierfür sind die feineren Verhältnisse maassgebend.

Das Hautblatt des Ektoderms besteht fast durchweg aus einer einfachen Lage von ziemlich flachen, etwa linsenförmigen Zellen. An der Innenfläche des Ektoderms zeigt sich, durch die Härtung etwas gefältelt und scharf tingirt, ein schmaler Saum, offenbar der Hensen'schen Membrana prima entsprechend (Fig. 7 *mp*). Wegen der ziemlich starken Mitfärbung der Zellenleiber ist sie nicht überall so deutlich, wie wohl bei anderer Behandlung, kann aber mit Zeiss $^{1}/_{18}$ bei Benutzung des Farbenbildes an den meisten Orten vollkommen sicher erkannt werden. Ich bemerke hier beiläufig, dass man auch an der Aussengrenze des Ektoderms eine Grenzschichte bemerken kann, die allerdings viel zarter ist als die Membrana prima, und deshalb nur dort deutlich wird, wo die Aussenfläche der Zelle gerade senkrecht gegen die Schnittebene steht; dies kann nicht überall der Fall sein, weil die linsenförmigen Zellkörper ja keine plane Aussenfläche bieten, sondern sich etwa verhalten wie die Fläche eines schlechten Strassenpflasters. Die äussere Grenzschicht ist aber so zart, dass ihr Durchschnitt, wenn nur etwas schräg, sich nicht hinreichend abgrenzt. Mir scheint diese äussere Schicht als eine zarte Cuticularbildung der Ektodermzellen aufzufassen.

Für die Frage nach der Herkunft des Urogenitalstranges ist nun, wie schon Spee a. a. O. erörtert hat, das Verhalten der Membrana prima ja von besonderem Interesse. Man kann an meiner Schnittreihe ebenso,

---

[1] Figg. 3, 4, 5, 8 bei Spee, Serie Fig. 6 *ef* hier.

wie Spee es nach mehreren Praeparaten dargestellt hat, die Membrana prima von der Median- und Lateralgegend her bis auf die Ventralfläche des wulstigen Leistendurchschnittes verfolgen: so in sämmtlichen Schnitten meiner Serie Fig. 7 von links her, an einigen Schnitten (*d*, *f* Fig. 7 und *a*, *b* Fig. 3) von rechts her. Freilich ist sie hier nirgends als ein continuirlicher Ueberzug des ganzen Wulstes fortgesetzt zu erblicken, ausser an den 2 Schnitten Fig. 3; dies hat zum Theil denselben Grund, den ich vorher für das gleiche Verhalten bei der zarteren äusseren Cuticula anführte: der Wulst hat eine unebene Unterfläche, an der die kernhaltigen Mittelkörper der Zellen wie Pflastersteine hervorragen, und Schnitte, die eine solche Zelle meist in mehr als zwei Theile zerlegen, werden deshalb ihre Unterfläche vielfach schief treffen müssen, in einem solchen Schrägschnitt aber wird die dünne Membran nicht mehr hinreichend erkennbar sein. Allerdings ist aber dort, wo sich die Leiste am stärksten nach ventral vorgewulstet, nirgends eine deutliche Fortsetzung der Membrana prima zu finden (vergl. Fig. 7), und auch dort wo der Ueberzug vollständig oder nahezu so ist (Fig. 3 *a b*), wird die Membran auf der Höhe des Wulstes recht zart; ich nehme deshalb an, dass sie hier, eben durch das Vorwachsen der Leiste, stark gedehnt und ad minimum verdünnt, schliesslich zum Schwinden gebracht und damit zugleich der Weg für die Einsenkung der der Leiste frei wird. — Doch mag es nun hiermit an der Mitte der Leiste aussehen wie es will, an den Seiten derselben ist die Membran jedenfalls da und grenzt die Leiste gegen die Mesodermseite ab.

Dies Verhalten der Membrana prima sollte eigentlich für die Herkunft der Leiste aus dem Ektoblasten schon beweisend sein. Der einzige Einwurf, der sich meines Erachtens gegen diesen Beweis erheben liesse, könnte darin bestehen, dass man etwa die Membrana prima überhaupt nicht als ein festes Structurgebilde gelten lassen wollte, sondern als eine flüssige oder sehr weiche Schicht, die an der Innenfläche des Ektoderms angesammelt wäre, und durch die Reagentien in Form einer zusammenhängenden Platte zur Gerinnung käme. Unter solcher Voraussetzung könnte man dann aufstellen, dass die Zellen, die in Fig. 7 *b*, Fig. 3 *a b* die Verdickung des Ektoderms bedingen, dennoch von unten her aus dem Mesoblasten angelagert würden; und dass, wenn diese Anlagerung vollkommen geworden, die betreffende gerinnbare Flüssigkeitsschicht nun auch unter ihnen weg sich ausbreitete. Obschon ich nun keinerlei Wahrscheinlichkeit für eine derartige Auffassung der Membrana prima sehe, würde ich doch zugeben dass dieselbe, und damit der eben erwähnte Einwurf, nicht ohne Weiteres von der Hand zu weisen sei, wenn nicht ein anderer Umstand wäre, der ihn in der That widerlegt. Dies ist das Verhalten der Zelltheilungen im Bereich der Urogenitalleiste.

Graf Spee hat schon bemerkt (S. 94 a. a. O.), dass in deren Gegend das Ektoderm relativ zahlreiche Theilungsfiguren zeigt. Ich finde es ebenso, und kann zugleich in meinen hier gezeichneten Serien einen Beleg dafür geben, dass es auch wirklich Zelltheilungen im Ektoderm sind, die das Material für die leistenförmige Verdickung liefern. In dem Schnitt, welcher auf der linken Leibesseite von hinten gerechnet die erste Ektodermverdickung zeigt (Fig. 3 *a*), liegt unter der einschichtigen Zellenlage nur ein flacher Zellkörper (*α*) an, dessen Kern noch nicht mit in diesem Schnitt ist.[1] Rechts davon ist eine in der Metaphase der Theilung stehende Zelle (*β*) durchschnitten, die Hälfte der Fadenfigur im Schnitt. Der Kern der Nachbarzelle links (*γ*) ist in den ersten Anfang der Mitose getreten; auch von ihr ist in diesem Schnitt nur ein Theil, darin der grösste Theil der Kernfigur. Der zweite links folgende Kern (*δ*) schickt sich gleichfalls zur Mitose an. — Im nächsten Schnitt (Fig. 3 *b*) folgt in Zelle *γ* das kleine schief abgeschnittene Endstück der Kernfigur, dicht darunter ein weiterer in Mitose getretener, länglich-flacher Kern (*ε*),[2] daneben der übrige Körper und Kern der Zelle *α* aus dem vorigen Schnitt, und die zweite Hälfte der Zelle und Fadenfigur *β*.

Auch auf der anderen Seite (Fig. 7) sind in dem ersten Anfang der Leiste und seiner Umgegend recht zahlreiche Kerne des Ektoderms in Mitose (siehe die Erklärung der Fig. 7); bei dem Kern *α* in *b*, und bei den beiden Schwesterkernen, die in *e* und *f* aufeinander folgen, ist es ganz klar, dass sie dem Ektoderm angehören, die Zelle mit dem Schwesterkern in *f* steht ja in die äusserste Zellenlage rangirt.

Wollte man nun noch behaupten, dass die Leistenbildung dennoch von mesoblastischen Zellen ausginge, die sich (z. B. Zelle *αα* in Fig. 3 *a b*) von unten her dem Ektoderm anlegten und sich vermehrten, dann müssten sich auch vorwiegend in diesen tiefen Zellen und im benachbarten Mesoderm Theilungen finden. Statt dessen finden sie sich gerade an dieser kritischen Stelle, wo die Leistenbildung eben beginnt, in ganz besonderer Häufung in ektoblastischen Zellen, und ich sehe nicht wie man nach alledem noch daran zweifeln will, dass die Urogenitalleiste beim Säugethier ein Product des äusseren Keimblattes ist. Die Vermuthung, dass es das epitheliale Keimmaterial für die Harn- und Ge-

---

[1] Die Grenzen der Zellkörper gegen einander sind nur dort angedeutet wo sie erkennbar sind, was nicht überall der Fall ist.

[2] Nach dem Habitus der beiden flachen Knäuelfiguren *γ* und *ε* könnte man auch denken, dass sie Schwesterkerne aus einer schon erfolgten Theilung seien, sie scheinen mir dafür aber zu gross (vergl. die Schwesterkerne in Fig. 7 *e* und *f*). Uebrigens würde, wenn es doch so wäre, damit an dem Beweiswerth nichts geändert sein.

schlechtsdrüsen ist, was sie in die Tiefe zu tragen hat, liegt danach nahe genug.[1]

Die einzige einschlägige Abbildung vom Kaninchen, die bis jetzt existirt, Hensen Fig. 50, entspricht vollkommen dem hier Beschriebenen, Hensen (a. a. O. S. 371) hat damals angenommen, dass diese Einstülpung vom Ektoderm[2] eine secundäre sei, und dass eine andere, vorhergegangene, bereits Material für die Bildung des Grenzstranges geliefert habe. Gegen die Möglichkeit einer solchen primären Einstülpung lässt sich allerdings nichts einwenden, so lange nicht noch frühere Stadien darauf hin untersucht sind. Doch will ich nicht unerwähnt lassen, dass am Schwanzende, wo die Bildung der Urogenitalleiste noch nicht begonnen hat, an meinen Praeparaten auch noch kein Grenzstrang abgegliedert ist, und nichts darauf hinweist, dass hier schon ektoblastische Einwanderung stattgefunden hätte.

Im Uebrigen liefern meine Befunde lediglich eine Bestätigung derer von Hensen und Spee, und ich würde sie darum nicht so ausführlich mitgetheilt haben, wenn nicht ein so erfahrener Embryologe, wie v. Mihalkovics, kürzlich gegen die Schlüsse des letztgenannten Autors Widerspruch erhoben, und eine mesoblastische Herkunft des ganzen Urogenitalsystems aufrecht erhalten hätte.[3] Freilich kann ich diesen Widerspruch nicht ganz verstehen; denn wenn v. Mihalkovicz (S. 10) hauptsächlich darauf hinweist, dass an den proximalen Schnitten ein unzweifelhafter Zusammenhang zwischen Urogenitalstrang und Mittelplatte (Grenzstrang) bestehe, so ist dies ganz unläugbar, entscheidet aber in der vorliegenden Frage gar nichts, weil es dafür offenbar nicht auf die proximalen, sondern auf die distalen Schnitte ankommt. Denn die Befunde Spee's und meine eigenen zeigen ja, dass die Bildung der Leiste sich von proximal nach distal fortschreitend vollzieht, also muss man nach dem Zusammenhang mit dem

---

[1] Weiteres darüber siehe bei Spee, a. a. O. S. 95, 96 ff.

[2] Die von Anderen vertretene Ansicht, dass dieser von Hensen beschriebene Strang (= *u. g. st.* hier) die Vena cardinalis sei, ist nicht haltbar. Es giebt um diese Zeit an dieser Leibesstelle noch kein grösseres Gefäss, und das erste Entstehen von solchen kann ich gerade an meinen Schnitten demonstriren: in *f* Fig. 7 (proximalster Schnitt), und von da weiter nach vorn, ist ein grösseres Stämmchen gef. neben der Urogenitalleiste vorhanden. In *e* ist es noch ein Rohr, in *d* folgt der zugehörige kernhaltige Körper *k* gef. einer gefässbildenden Zelle, in *c* die Hälfte eines weiteren vorderen Zellkörpers mit dem einen Kernende, in *b* das hintere Zellende mit dem grösseren Stück des Kerns; von da nach distalwärts liegt an dieser Stelle kein Zellkörper mehr. Es handelt sich hier wohl um erste Wurzeln des Cardinalvenensystems. Von einer Verwechselung derselben mit dem Urogenitalstrang kann hiernach keine Rede sein.

[3] G. v. Mihalkovicz, Entwickelungsgeschichte des Harn- und Geschlechtsapparates der Amnioten. Krause's *Internationale Monatsschrift für Anatomie und Histologie.* 1885.

Ektoderm in den Stadien, wo er vorne schon gelöst ist, hinten suchen. Wenn ich nun daran erinnere, dass die Strecke, in welcher dieser Zusammenhang in den hier behandelten Stadien noch zu finden ist, nicht viel mehr als etwa ein Drittel Millimeter Länge beträgt, und dass ferner dieser Zusammenhang schon sehr bald nachher (Embryo *A*, Fig. 2) ganz verschwunden ist: so wird es wohl erklärlich, dass er anderen Untersuchern entgehen konnte, die über das schöne und sichere Schnittbänderverfahren noch nicht verfügten. Wo v. Mihalkovics aber von den distalen Schnitten redet (S. 10), ist ihm offenbar ein Missverständniss begegnet; denn er giebt dort an, dass der Urnierenstrang nach distal immer frei ende, und citirt dafür den Schnitt Fig. 6 von Spee, welcher von der ganzen Reihe 1—6 der proximalste ist, ausserdem aber dennoch einen vollen Zusammenhang des Stranges mit dem Ektoderm zeigt. Dass der Strang nach distal nicht frei aufhört, sondern in das Ektoderm übergeht, bildet gerade den Hauptpunct in Spee's Beweisführung, und dürfte hier auch für das Kaninchen hinreichend festgestellt sein.

Eine bestimmte Verallgemeinerung des Gefundenen ist vor der Hand gewiss nicht begründet; auch erkenne ich vollkommen den Standpunct an, nach welchem es einen Functionswechsel der Keimblätter bei verschiedenen Thierformen giebt, und also ein solcher auch in Bezug auf das Urogenitalsystem existiren kann. Aber gerade unter diesem Gesichtspunct hat man um so weniger Grund, den Säugethieren etwas abzusprechen, weil man es bei anderen Wirbelthierclassen bis jetzt nicht finden kann. Dass jedoch auch bei letzteren noch ein ektoblastischer Beitrag zur Urogenitalanlage sich feststellen lassen wird, darf man nach der Sachlage jedenfalls wahrscheinlicher finden, als dass es sich bei ihnen damit ganz anders verhalten sollte wie bei den Mammalien.

Kiel, 10. April 1886.

Erklärung der Abbildungen.

(Behandlung der gezeichneten Praeparate: Text S. 237. Alle Figuren sind mit Camera lucida gezeichnet.)

Fig 1. Querschnitt des Kaninchenembryo *B* (etwa 4 mm lang, nähere Beschreibung siehe Text S. 238), nahe vor dem hinteren Darmabschluss (identisch mit Fig. 5 *c* und 7 *c*). Die rechte Seite der Figur ist die linke des Leibes. Das geschlossene Amnion war beim Einbetten gebrochen, das Bruchstück liegt getrennt über dem Schnitt. In der linken (Abbildung: rechten) Urwirbelmasse ein kleiner Bruchspalt.

U. g. st.: Urogenital-Leiste. *um.* Umbilicalvenen. Näheres siehe im Text S. 238—239. — Gez. mit Zeiss B.

Fig. 2. Skizze der Hälfte eines Schnittes von dem Embryo *A* (wenig älter als *B*), durch den Anfang der Schwanzkrümmung (also weiter distal, als Fig. 1). Trotzdem ist hier die Bildung und Versenkung der Urogenitalleiste bereits bis hier hinten abgelaufen. *Med.*: Medullarrohr, *uw.*: Urwirbel, *som.*: Somatopleura, *h. d.*: Hinterdarm (hier längst geschlossen), *u. g. st.*: Urogenitalstrang, *gr.*: Grenzstrang nach Hensen und Spee. Näheres über den Embryo: Text S. 257—238. Gez. mit Zeiss B.

Fig. 3 a b. von dem Embryo *B*, aus den Schnitten Fig. 6 *b c*, die Stellen des Ectoderms, auf welche die Pfeile weisen, mit Zeiss 1/18 hom. Immersion Oc. 1. im Farbenbild gezeichnet. *m. p.*: Membrana prima. Sonstige Erklärung s. S. 244 Abs. 1.

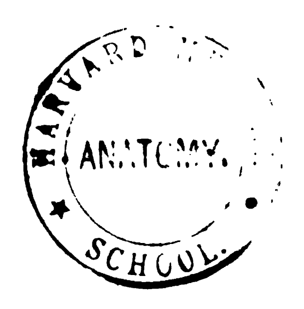
Fig. 4. Querschnitt durch den Embryo *C* in der Gegend des Hinterdarmschlusses (Chromsäurepraeparat). *F*: die hier tiefere Furche, an deren Grund die Urogenitalleiste einsinkt. In der letzteren auf der rechten Seite der Figur eine Mitose. Weiteres: Text S. 240. Mit Zeiss B.

Fig. 5. Aus der Querschnittserie vom Embryo *B*, die Stelle, an welcher auf der rechten Seite des Embryo (linken den Figuren) die Urogenitalleiste *u. g. st.* beginnt. Schnitt *a* ist der hinterste, *f* der vorderste der gezeichneten. Auf der anderen Seite ist die Leiste hier schon verdickt. Erklärung siehe Text S. 238 ff. Das obere abgebrochene Amnionstück (vergl. Fig. 1) ist fortgelassen. Unter der Urogenitalleiste der Grenzstrang, absichtlich etwas stärker abgesetzt gezeichnet. Mit Zeiss Syst. a* gez.

Fig. 6. Aus derselben Querschnittserie, dieselbe Stelle *u. g. st.* von der anderen Körperseite, 54 Schnitte weiter hinten (Hinterdarm hier bereits geschlossen, nicht mit gezeichnet). Nur das Ektoderm ist dunkel gezeichnet, nur in *a* dessen Kerne einge-

tragen, die Form des Querschnittes der Urogenitalleiste genau berücksichtigt, das Mesoderm skizzenhaft gehalten. Schnitt *a* ist der hinterste der Reihe.

Fig. 7. Die Stelle des Ektoderms *u. g. st.* aus der Reihe Fig. 5 *b c d e f*, mit gleicher Buchstabenbezeichnung, Zeiss hom. Imm. $^1/_{18}$ Oc. 1, Farbenbild. In *f* gef. Gefässästchen, das durch *e* nach *d c b* in Zellkörper mit Kernen übergeht. (*k* gef.). In *b*, der Kern *α* in Vorbereitung zur Mitose, und am unteren Buckel des Wulstes das Ende eines kleinen Tochterkerns, dessen übriges grösseres Stück im Schnitt *c* folgt. In *c* dann wieder zwei weitere Kerne in Vorbereitung zur Mitose, in *d* ein solches rechts; in *e* ein kleiner Tochterkern in der Anaphase, die Schwester dazu folgt in *f*. — In diesem Schnitt liegt der einzige Fall in der Reihe vor, wo eine der mesodermatischen Zellen unter dem Wulst in Mitose ist; diese vermehren sich also an der Stelle zur Zeit lange nicht so stark, als die Ektodermzellen.



Ueber die sogenannten primären Opticuscentren und ihre Beziehung zur Grosshirnrinde.

Von

L. Darkschewitsch
aus Moskau.

(Hierzu Taf. XII.)

So exact und vollständig die Aufschlüsse über den Zusammenhang verschiedener Partien des centralen Nervensystems unter einander auch sein mögen, welche wir auf dem Wege der experimentell erzeugten Degeneration gewinnen, so bleibt es doch immer noch wünschenswerth, die Existenz dieses Zusammenhangs auch auf rein anatomischem Wege zu constatiren und ein histologisches Bild von dem Verlaufe und der Vertheilung der Fasern zu erhalten, welche als die Verbindungsbahnen zwischen diesen Partien betrachtet werden können.

Leider muss dieser Wunsch sehr oft unbefriedigt bleiben, da die anatomische Untersuchung nicht selten auf Hindernisse stösst, welche den Resultaten derselben den Character der Sicherheit und unbedingten Verlässlichkeit rauben, während das Experiment auf dieselben Fragen bereits eine bestimmte Antwort gegeben hat. Die Ursache dieses Misslingens der anatomischen Untersuchung ist ohne Zweifel in der Mangelhaftigkeit der Untersuchungsmethoden zu suchen, und daher darf man andererseits erwarten, dass die Fortschritte der histologischen Technik zu Fortschritten in den Resultaten der Untersuchungen selbst führen werden.

Die histologische Technik (für die Untersuchung des Nervensystems) hat nun in der letzten Zeit eine Bereicherung durch neue Methoden erfahren, der zu Folge die anatomische Untersuchung wenigstens für eine gewisse Zahl von Fragen viel fruchtbringender geworden ist. Ich meine

die Färbungsmethoden, die vor noch nicht langer Zeit von Prof. Weigert[1] (Haematoxylin) und von Dr. S. Freud[2] (Gold-Jodkalium) vorgeschlagen worden sind. Diese Färbungsmethoden haben die Untersuchungen des centralen Nervensystems erheblich erleichtert, und Fragen des Faserverlaufes, die bei Untersuchung von nach alten Methoden hergestellten Praeparaten keine genügende Antwort finden konnten, lassen sich jetzt in viel befriedigenderer Weise erledigen.

Bei der Bearbeitung des mir zu Gebote stehenden vergleichend-anatomischen Materials mit Hilfe der Weigert'schen Methode überzeugte ich mich nun, dass es jetzt möglich sei, eine ziemlich genaue histologische Darstellung von der Beziehung der Fasern des Tractus opt. zu seinen sogenannten infracorticalen Centren und vom Zusammenhange der letzteren mit der Grosshirnrinde zu geben. Da diese Frage in der letzten Zeit von den Untersuchern in der Regel experimentell in Angriff genommen wird, und die histologischen Untersuchungen in dieser Richtung bis jetzt nur spärliche sind, hielt ich es nicht für überflüssig, einige von den Ergebnissen meiner Untersuchungen zu veröffentlichen, um damit die Aufmerksamkeit Anderer auf diesen Gegenstand zu lenken.

Ich theile hier nur die Resultate meiner Untersuchungen am Kaninchen- und Hundehirne mit; die Untersuchungen des Affen- und Menschenhirns sollen später veröffentlicht werden, da dieselben noch nicht ganz vollendet sind.

Die zu untersuchenden Gehirne wurden in 4 procentiger Lösung von doppelt chromsaurem Kali durch 3—4 Wochen gehärtet und dann in Alkohol eingelegt, in dem sie nicht kürzere Zeit als 2—3 Wochen gelassen wurden. Das nachträgliche Einlegen der Praeparate in Alkohol ist sehr zu empfehlen, da dieselben dadurch einen sehr gut brauchbaren Grad von Elasticität bekommen und die Schnitte bei weiterer Behandlung fast gar nicht zerreisen. Im Alkohol können die Praeparate übrigens beliebig lange bleiben, ohne zu verderben und ohne zur Färbung untauglich zu werden. — Als Einbettungsmasse benutzte ich Celloidin. — Mit Hilfe des Schanze'schen Mikrotoms wurden dann Schnitte in lückenlosen Reihen und zwar nach folgenden Richtungen gemacht: in horizontaler (parallel der Gehirnbasis), frontaler und in einer Richtung, die einen Winkel von etwa 45° mit der Horizontalebene bildet. Die Färbung geschah, wie gesagt, mit Haematoxylin nach der Methode von Prof. Weigert.

---

[1] *Fortschritte der Medicin.* 1885. Nr. 8.

[2] *Dies Archiv.* 1884.

I. Eigene Untersuchungen.

Kaninchen.

1. Tractus opticus. Die Beziehung der Fasern des Tractus opt. zu seinen sogenannten primären infracorticalen Centren studirt man am besten an horizontalen Schnitten d. h. an solchen, welche tangential zur Gehirnoberfläche geführt sind. Figg. I, II, III und IV stellen eine Serie von solchen Schnitten vom Kaninchenhirnstamme dar, und wir wollen dieselben der Reihe nach und zwar zuerst mit Bezug auf den Verlauf und die Vertheilung der Opticusfasern studiren.

An Fig. I, welche einen der obersten Schnitte darstellt, sind von grauen Massen das Corpus quadrigeminum superius (2), das Corpus geniculatum externum (6) und der Thalamus opticus (12) mit seinen Kernen getroffen. Zwischen dem oberen Vierhügel und dem Sehhügel zeigt sich ein Zwischenraum, welchen ein sehr mächtiger, von einem zum anderen hinüberziehender, Faserzug (4) einnimmt. Dieser Faserzug ist der Tractus opticus. Seine Fasern, von der ganzen äusseren Peripherie des Corpus genicul. ext. und des Thalamus opt. ausgehend, verlaufen zuerst in schiefer Richtung — dorsalwärts und nach innen — und wenden sich dann später fast sagittal, um in der Medianebene parallelen Ebenen weiter dorsalwärts zu ziehen.

Auf diesem Wege passirt der mehr ventral gelegene Theil der Opticusfasern die Substanz des äusseren Kniehöckers (6) und des Thalamus opt. [seiner dorsalen, lateralen, zwischen dem äusseren Kniehöcker und dem oberen Vierhügel gelegenen Partie — des Pulvinars (5)], so dass die mächtigen Bündel desselben einen sehr beträchtlichen Bestandtheil dieser Ganglien darstellen.

Es ist von grosser Bedeutung die Frage zu beantworten, in welcher Beziehung diese Fasern des Tractus opt. zur Substanz sowohl des Corpus genicul. ext., wie auch des Thalamus opt. stehen; ob dieselben hier ihr Ende finden, oder ob sie diese grauen Substanzen ohne Verbindung mit den Elementen derselben durchsetzen.

Untersucht man sorgfältig eine Reihe von Schnitten und nicht bloss mit schwachen, sondern auch mit starken Vergrösserungen, so gelangt man zur festen Ueberzeugung, dass das letztere Verhältniss Geltung hat, also dass keine Verbindung der Opticusfasern mit der Substanz des äusseren Kniehöckers und des Pulvinars besteht. Es unterliegt nämlich keiner Schwierigkeit den grössten Theil der Opticusfasern, der in die Substanz des Pulvinars (5) eingetreten ist, ohne Unterbrechung durch dieselbe zu verfolgen, bis er sich nach seinem Austritt aus dem Thalamus opt. der übrigen Opticusfaserung (4) angeschlossen hat. — Viel schwieriger als im Sehhügel ist die Untersuchung des Verlaufes der Opticusfasern im Bereiche der ventralen

Partie des äusseren Kniehöckers. Hier beschreibt der Verlauf der Opticusfasern nämlich einen Bogen in der verticalen Ebene, so dass sie an horizontalen Schnitten nicht in ununterbrochener Continuität, sondern als kleine abgeschnittene Faserstückchen (6) erscheinen. Verfolgt man aber diese letzteren durch die ganze Strecke ihres Verlaufes dorsalwärts, so findet man, dass auch sie früher oder später in die langen Faserzüge übergehen, welche den übrigen Theil des Ganglions in offenbarer Continuität durchsetzen.

Freilich können wir nicht ausschliessen, dass nicht einzelne der Opticusfasern in der grauen Masse der erwähnten Ganglien ihr Ende finden mögen. Zu dieser Entscheidung sind die verwendeten Untersuchungsmethoden jedenfalls nicht fein genug; aber ich darf auf Grund meiner Praeparate behaupten, dass, wenn solche Fasern wirklich existiren, ihre Zahl wenigstens eine sehr geringe sein muss.

Alle Fasern des Tractus opt., sowohl die, welche die Substanz des äusseren Kniehöckers und des Pulvinars passirt haben, als die dorsalwärts von ihnen gelegenen, gelangen endlich zum oberen Vierhügel (2), treten in seine Substanz ein und breiten sich über den ganzen Durchschnitt desselben (3) aus, wobei nur der äusserste Saum (1) der Vierhügelsubstanz frei bleibt. Auch in letzterer, der eigentlichen Rindensubstanz kann man die Nervenfasern ohne Mühe, aber erst bei stärkeren Vergrösserungen, nachweisen.

Auf diesem Praeparate sind die beiden Vierhügel (3) durch eine natürliche Spalte getrennt; es ist also klar, dass hier von einem Uebergang der Opticusfasern in die Substanz des Vierhügels der anderen Seite keine Rede sein kann.

Fig. II stellt ein Praeparat dar, das um 25 Schnitte (jeder Schnitt = $^1/_{50}$ mm dick) tiefer (der Gehirnbasis näher) liegt, als Fig. I. Hier sind die oberen Vierhügel (2) zusammengelötet; ihre centrale Partie ist von querverlaufenden Fasern (16) erfüllt, die nicht Anderes sind, als die Fasern des sogenannten tiefliegenden Markes des Vierhügels. In der dorsalen Partie des Thalamus opt. ist das Pulvinar (12) bereits deutlich zu erkennen. Das Corpus genicul. ext. (7) hat ein wenig zugenommen.

Die Fasern des Tractus opt. (6) kommen, wie am vorigen Praeparate, von der ganzen äusseren Peripherie des Pulvinars und des Corpus genicul. ext. und halten dieselbe schräge Richtung ein. Die mehr ventral liegenden Fasern durchsetzen auf ihrem Wege die Substanz des äusseren Kniehöckers (7) und des Pulvinars (14). Die Zahl dieser Fasern ist so gross, dass man bei Untersuchung z. B. des Pulvinars den Eindruck empfängt, als ob die Substanz des Pulvinars vorzugsweise aus solchen Fasern bestehe, die nur durch die graue Substanz einigermaassen auseinander gedrängt werden.

Die Opticusfasern (5), welche in den Vierhügel eintreten, breiten sich jetzt nicht mehr über die ganze Fläche des Durchschnittes aus, sondern nehmen nur die äussere Peripherie des Vierhügels ein, wobei doch die äusserste Schicht desselben als schmaler grauer Saum (1) frei bleibt.

Die Faserung des Tractus opticus zeigt im Vierhügel eine sichelförmige Gestalt; je mehr sich nämlich die Fasern desselben der dorsalen Oberfläche des Corpus quadrig. sup. nähern, desto mehr nimmt ihre Zahl ab, so dass man in den dorsalsten Theilen des Vierhügels nur mehr einzelne Ursprungsfasern findet.

Die mediale, theilweise auch die dorsale Partie der Peripherie des Vierhügels giebt einem besonderen Fasersysteme (17) Ursprung, welches sich zu einem mächtigen Zuge (15) sammelt und dann längs der Medianlinie des Vierhügels gegen die Basis hinzieht, woselbst es bis in die Capsula interna (10) verfolgt werden kann. Da ich beabsichtige, dieses Fasersystem, welches den Vierhügel mit der Grosshirnrinde in Verbindung bringt, nochmals und ausführlicher zu behandeln, so will ich es hier nur darum erwähnen, um die nothwendige Trennung dieser Bahn von den Fasern des Tractus opt. zu betonen. Die beiden Fasersysteme können sehr leicht miteinander verwechselt werden, besonders wo sie einander in ihrem Verlaufe berühren, wie z. B. im ventralen inneren Abschnitte des äusseren Kniehöckers (8). Untersucht man aber eine Reihe von Praeparaten, so überzeugt man sich gleich, dass alle Fasern der fraglichen Bahn ohne Ausnahme in die innere Kapsel übergehen und zur lateralen Markzone (Tractus opt.) des äusseren Kniehöckers in keiner Beziehung stehen.

Bei Untersuchung dieses Praeparates wollen wir auch die Frage berühren, ob hier Anhaltspunkte zur Annahme eines Ueberganges von Opticusfasern in die Substanz des Vierhügels der entgegengesetzten Seite vorliegen.

Ein solcher Uebergang lässt sich bei sorgfältigster Untersuchung nicht nachweisen. Vielmehr bleiben die Fasern des Tractus opt. auf ihrem ganzen Verlaufe dorsalwärts immer der äusseren Peripherie des Vierhügels parallel und zeigen an keiner Stelle eine Umbiegung gegen die Mittellinie. Besonders müsste man für diese Möglichkeit des Verlaufes der Opticusfasern den Raum (3) zwischen dem Tractus opt. (5) und dem sogenannten mittleren Marke (4) berücksichtigen, da hier die beiden Fasersysteme sehr nahe zusammenstossen. Aber auch in Bezug auf diese Stelle müssen wir dasselbe sagen, nämlich dass die Opticusfasern keine Umbiegung gegen die Mittellinie erkennen lassen.

Ich muss noch auf einen Punkt aufmerksam machen. In der durch dieses Praeparat dargestellten Höhe fangen die Fasern der inneren Kapsel an, in die benachbarten Ganglienmassen (Corpus genicul. ext. und Thalamus opt.) einzustrahlen. Die lateralsten dieser Fasern (9, 8) treten in den inneren

ventralen Abschnitt des äusseren Kniehöckers ein, wie das auf dem Praeparate sehr deutlich zu sehen ist. Verfolgt man diese Fasern auf ihrem weiteren Verlaufe, wobei man unbedingt stärkere Vergrösserungen anwenden muss, so überzeugt man sich, dass die betreffenden Fasern, gleich nach ihrem Eintritt in den Kniehöcker, ihren Verlauf zu ändern anfangen. Sie beschreiben nämlich einen Bogen, verlassen die Substanz des äusseren Kniehöckers wieder, und nachdem sie sich zu der gemeinschaftlichen Masse der Fasern der inneren Kapsel (11) gesellt haben, setzen sie ihren Weg in schräger Richtung — dorsalwärts und nach innen — fort, wobei sie sich mehr von den Opticusfasern entfernen. Wir sehen also, dass man die Fortsetzung der lateralsten Fasern der Capsula interna nicht zwischen den Opticusfasern (7), sondern zwischen den Fasern der vorhin erwähnten Bahn (11) zu suchen hat. Dieses Verhältniss ist meiner Ansicht nach von grosser Bedeutung; denn wir können nun behaupten, dass sich zur Opticusfaserung in dieser Höhe keine Fasern aus der Capsula interna gesellen, und dass hier das Opticussystem von jedem anderen exact zu trennen ist.

Uebergehen wir jetzt wieder eine Reihe von Praeparaten, die im Wesentlichen nichts Neues darbieten, und verweilen bei Fig. 3, welche ein um 30 Schnitte tiefer liegendes Praeparat darstellt, als das in Fig. 2 abgebildete.

Die centrale Partie des oberen Vierhügels ist an diesem Praeparate von querdurchschnittenen Fasern eingenommen, die in Form von zwei concentrischen Halbkreisen dicht neben einander liegen. Der äussere dieser Halbkreise ist das sogenannte mittlere (4), der innere das tiefliegende Mark (17) des Vierhügels. An der Stelle des Faserbündels, das im Praeparate Fig. 2 aus der Capsula interna zum dorsalen Theil der Peripherie des Vierhügels verlief (Fig. 2, 11, 15, 17), finden wir jetzt ein anderes Fasersystem (10, 13, 14), welches zwar ebenfalls aus der inneren Kapsel (11) hervorgeht, aber dorsalwärts nicht weiter als bis zum sogenannten mittleren Marke (4) verfolgt werden kann. Die äussersten Fasern dieses Bündels treten in den Zwischenraum (2) ein, der zwischen dem Tractus opt. (5) und dem sogenannten mittleren Marke (4) bleibt, liegen aber dem letzteren ganz dicht an, so dass sich zwischen ihnen und den Opticusfasern wieder ein Zwischenraum (6) bildet, der die beiden Fasersysteme ganz scharf von einander trennt. Ich will auf dieses Faserbündel später nochmals zurückkommen und für jetzt nur hervorheben, dass dasselbe nicht mit dem Tractus opt. verwechselt werden darf.

Was nun den Tractus opt. (7, 5) selbst betrifft, so kann man über seine Vertheilung in dieser Höhe nicht viel Neues mehr, als am Praeparate Fig. 2 ersichtlich war, erkennen. Man sieht ebenfalls, dass seine

Fasern, nachdem sie die Substanz des Corpus genicul. ext. (9) und des Pulvinars (8) durchsetzt haben, in den Vierhügel (3) eintreten, dessen ganze äussere Peripherie (5) sie wieder einnehmen.

Was man aber besonders klar an diesem Praeparate verfolgen kann, das ist der an Fig. 2 beobachtete Verlauf der Fasern (10), welche aus der inneren Kapsel (11) in die Substanz des Corpus genicul. ext. einstrahlen. Diese Fasern gesellen sich nämlich nicht den Opticusfasern bei, sondern verlassen das Corpus genicul. ext. wieder, nachdem sie die beschriebene Umbiegung vollzogen haben, und schliessen sich den Fasern des oben erwähnten Bündels (13, 14) an. Auch hier ist also das System der Opticusfasern von jeder anderen Beimengung frei.

Auch die Untersuchung dieses Praeparates lässt keinen Uebergang der Fasern des Tractus opt. in die Vierhügelsubstanz der anderen Seite nachweisen. Es ist ganz leicht, den Tractus opticus (5) dorsalwärts bis zur dorsalen Peripherie des Vierhügels zu verfolgen und man überzeugt sich wieder, dass auf dieser ganzen Strecke seine Fasern keine Umbiegung machen, sondern immer der Vierhügeloberfläche nahezu parallel ziehen. Diejenigen Fasern, die dem sogenannten mittleren Marke sehr dicht anliegen und theilweise die Umbiegungen gegen die Mittellinie machen, gehören, wie wir wissen, jenem besonderen Systeme (13, 14) an, das gar nichts mit dem Tractus opticus zu thun hat.

Die Vertheilung der Fasern des Tractus opt., die wir soeben an den letzten Praeparaten (Figg. 2 und 3) kennen gelernt haben, bleibt auch in den tieferen Partien des Vierhügels die nämliche, so lange als die Schnitte den inneren Kniehöcker nicht erreicht haben. Mit dem Auftreten des letzteren ändert sich das Bild.

Wir wollen die nun vorliegenden Verhältnisse an Fig. 4 studiren. Dieselbe stellt einen Schnitt dar, der fast durch die Grenze zwischen oberem und unterem Vierhügel geführt ist. Man unterscheidet hier deutlich den unteren Vierhügel (1), einen Rest von der Rinde des oberen Vierhügels (3), den inneren Kniehöcker (6) und den Rest des äusseren Kniehöckers (7). Wir wollen unsere Aufmerksamkeit zuerst auf den letzteren richten.

Das Corpus geniculat. ext. (7) ist hier nach innen gegen den Thalamus opticus hin nicht scharf abgegrenzt, dagegen ist seine dorsale Grenze gegen den inneren Kniehöcker (6) gut kenntlich. Auch hier schliesst die graue Substanz des Corpus genicul. ext. Opticusfasern ein. Während die letzteren aber an früheren Praeparaten, welche höhere Ebenen darstellten, in jener gewissen Richtung (dorsal- und medianwärts) verliefen und auf längere oder kürzere Strecken längs getroffen waren, sind sie hier alle quer geschnitten, d. h. ziehen sie hier alle vertical in aufsteigender Richtung.

Der innere Kniehöcker (6) zeigt sich von Fasern durchsetzt, welche bis in den unteren Vierhügel (1) verlaufen und annähernd die gleiche Richtung, wie an den früheren Praeparaten die Fasern des Tractus opt. einhalten. Untersucht man das betreffende Praeparat nur mit der Lupe, so kann man den Eindruck gewinnen, als ob diese den inneren Kniehöcker durchsetzenden Fasern nichts Anderes, als eine Fortsetzung der Opticusfasern aus dem äusseren Kniehöcker (7) wären. Doch eine sorgfältige Untersuchung einer ununterbrochenen Reihe von Praeparaten mit starken Vergrösserungen wird diesen Anschein sofort zerstören. Verfolgen wir zu diesem Zwecke die vom unteren Vierhügel ausgehenden Fasern ventralwärts.

Wir sehen ohne Mühe, dass diejenigen dieser Fasern, welche mehr nach innen liegen (5), die äussere Partie des Pulvinars (10) und den innersten Abschnitt des Corpus genicul. internum (6) fast in gerader Richtung durchsetzen um in die innere Kapsel (9) einzutreten. Was nun die mehr nach aussen liegenden Fasern betrifft, so sieht man, dass dieselben (6) vorzugsweise durch die äussere Peripherie des inneren Kniehöckers verlaufen; sobald sie aber bis zum äusseren Kniehöcker (7) gekommen sind, fangen sie an umzubiegen und folgen der Grenze zwischen beiden Kniehöckern bis sie mit den übrigen (inneren) Fasern (5) des unteren Vierhügels zusammentreffen. Nach dieser Vereinigung zieht die ganze Fasermasse (8) ventralwärts in die innere Kapsel (9). Diese Fasern stellen also ein besonderes System (2) dar, das aus der Capsula interna in den unteren Vierhügel zieht und mit dem Tractus opticus gar nichts zu thun hat.

Wir wollen hier noch kurz erwähnen, dass die Durchsicht einer Reihe von Praeparaten aus dieser Höhe lehrt, dass die meisten dieser Fasern die Substanz des unteren Vierhügels bloss durchsetzen, um zum tiefliegenden Marke der anderen Seite zu werden.

Am betreffenden Praeparate kann man noch eine Spur von der Rinde des oberen Vierhügels (3) erkennen. Geht man um einige Praeparate zurück, bis der Schnitt das Corpus quadrig. superius noch in seiner ganzen Ausdehnung trifft und das Corpus quadrig. inferius nur durch ein Stück der grauen Masse repräsentirt ist, so findet man das eben erwähnte Fasersystem bereits ganz ausgebildet und man sieht, dass es dieselbe Stelle einnimmt, die an noch etwas höheren Praeparaten der Tractus opt. eingenommen hatte. Daraus folgt, dass der caudalste, dem unteren Vierhügel nächste Theil des Corpus quadr. superius keine Opticusfasern mehr entsendet.

Bevor wir unsere Untersuchungen über die Vertheilung der Opticusfasern abschliessen, wollen wir unsere Aufmerksamkeit noch auf einen anderen Bestandtheil der Opticusfaserung richten; aber zu dem Zwecke müssen wir wieder zum Praeparat Fig. 1. zurückkehren.

Verfolgt man nämlich diejenigen Opticusfasern (6), die die ventralste Partie des äusseren Kniehöckers passiren, so bemerkt man, dass eine Zahl von Fasern sich vom gesammten Zuge ablöst und sehr bald die Substanz des Kniehöckers verlässt. Diese Fasern (11) laufen dann nicht mehr zum oberen Vierhügel, wie die übrigen Opticusfasern, sondern gesellen sich zu den Fasern aus der Capsula interna, mit welchen sie in der Richtung nach dem Ganglion habenulae (13) ziehen. Sie endigen aber ganz plötzlich und scharf abgeschnitten kurz bevor sie das letztere erreicht haben. Um ihren weiteren Verlauf zu verfolgen und den Umstand, dass sie wie scharf abgeschnitten aufhören, zu verstehen, bedarf man unbedingt eine ununterbrochene Reihe von Praeparaten nach unten und überdies Frontalschnitte aus der entsprechenden Gegend. Man überzeugt sich dann, dass alle diese fraglichen Fasern, sobald sie an der erwähnten Stelle angekommen sind, eine Umbiegung nach unten (basalwärts) machen, eine Strecke weit in der verticalen Ebene verlaufen und endlich wieder in die horizontale Ebene umbiegen. Diese Fasern sind jetzt dem Ganglion habenulae bereits viel näher gekommen, und von dort aus verlieren sie sich theilweise in den letzteren, theilweise treten sie mit den übrigen Fasern des Pedunculus Conarii in die Glandula pinealis ein.

Es handelt sich hier daher um Fasern des Tractus opt., die nebst Fasern aus der Capsula interna in dem Ganglion habenulae und in der Glandula pinealis ihr Ende finden.

Wenn wir jetzt Alles zusammenfassen, was wir Wesentliches über die Opticusfasern beobachtet haben, so stellt sich der Verlauf des Tractus opt. in folgender Weise dar.

Nachdem der Tractus opt. den äusseren Kniehöcker erreicht hat, steigt er in diesem letzteren zuerst in verticaler Richtung auf, später aber lenkt er immer gegen die Horizontalebene ab, wobei er anfängt mehr dorsalwärts zu ziehen und sich der Mediallinie immer mehr zu nähern. Nachdem er die Substanz des äusseren Kniehöckers und des Pulvinars (seine laterale capitale Partie) theilweise bedeckt, theilweise durchsetzt hat, tritt er in das Corpus quadrig. superius derselben Seite ein und vertheilt sich hier, indem er gleichsam eine Schale um die dorsale, caudale und äussere Partie der Peripherie des Vierhügels bildet. Ein Theil seiner Fasern trennt sich noch im Bereiche des Corpus genicul. ext. ab und läuft zu dem Ganglion habenulae und zur Glandula pinealis.

2. Projectionsfasern zu den sogenannten primären Opticuscentren. Bei Untersuchung des Praeparates Fig. 2 haben wir bereits eine Bahn kennen gelernt, welche von der inneren und dorsalen Partie

der Vierhügelperipherie Fig. 2, 17, 15, 11, 9) nach der Capsula interna (Fig. 2, 10) führt. Wir wollen dieselbe nun genauer beschreiben.

Das betreffende Fasersystem wird zuerst in den höheren Partien sichtbar, d. h. in den Ebenen, wo die Opticusfasern aufhören sich über die ganze Schnittebene des Vierhügels auszubreiten und sich auf die äussere Partie der Vierhügelperipherie zu beschränken beginnen. Von hier ab kann man den ganzen Verlauf dieses Fasersystems durch wenigstens 30—40 Schnitte verfolgen. Weiter nach unten (Fig. 3), wo die Systeme des sogenannten mittleren (Fig. 3, 4) und tiefliegenden Markes (Fig. 3, 17) ganz ausgebildet sind, ist von dieser Bahn nichts mehr vorhanden, als die nicht weit von der Vierhügelrinde gelegenen Durchschnitte (Fig. 3, 19), mit welchen diese Bahn, wie oben erwähnt, aus der dorsalen und inneren Partie der Vierhügelperipherie entspringt. Dieses letzte Verhältniss wird dadurch verständlich, dass die Fasern der fraglichen Bahn in ihrem Verlaufe einen Bogen in sagittaler Ebene beschreiben, indem sie das kugelschalenförmige Fasersystem des tiefliegenden Markes von oben bedecken und also ihren Ursprung in viel tieferen Ebenen finden, als die sind, in denen man ihren Verlauf übersieht.

Verfolgen wir nun den Verlauf dieses Systems von dem beschriebenen Ursprung bis in die innere Kapsel und weiter.

Nachdem die aus der Vierhügelrinde austretenden Fasern (Fig. 2, 17) sich zu einem Zuge vereinigt haben (Fig. 2, 15), verlaufen sie zuerst der Medianlinie beinahe parallel; je weiter ventral sie aber kommen, desto mehr weichen sie von der sagittalen Richtung nach aussen ab. Auf diesem Wege durchsetzen die Fasern die innerste capitale Partie des Pulvinars (Fig. 2, 12), näheren sich dem äusseren Kniehöcker, passiren durch seinen innersten capitalen Abschnitt (Fig. 2, 3) und treten darauf in die innere Kapsel ein, deren äussersten resp. dorsalsten Theil sie einnehmen (Fig. II, 10). Im Weiteren handelt es sich nun darum, wohin diese Fasern aus der inneren Kapsel ziehen; ob sie im Streifenhügel endigen, oder ob sie zur Hirnrinde gelangen. Zur Entscheidung dieser Frage benützt man am besten Schnitte, welche, in einem Winkel von 45° mit der Horizontalebene geführt, vom oberen Vierhügel bis zum Chiasma Nn. opticorum reichen. An solchen Schnitten (Fig. 5) kann man dieses Fasersystem überhaupt am leichtesten studiren. Verfolgt man an solchen Schnitten dieses System (Fig. 5, 2, 4, 5) von der Vierhügelrinde ab ventralwärts, so sieht man ganz deutlich, wie seine Fasern, nachdem sie in die äusserste (dorsalste) Partie der inneren Kapsel (Fig. 5, 6) eingetreten sind, sich in derselben fortsetzen und zwischen dem Nucleus lentiformis (Fig. 5, 8) und dem Nucleus caudatus (Fig. 5, 10) hindurch passiren, um mit den übrigen Stabkranzfasern (Fig. 5, 9) nach der Hirnrinde zu ziehen.

Demnach handelt es sich hier wirklich um ein Fasersystem, das von der Grosshirnrinde durch den äussersten Abschnitt der inneren Kapsel und durch das Pulvinar in ununterbrochener Continuität zur Vierhügelrinde zieht; mit anderen Worten wir haben hier ein System von Projectionsfasern zum oberen Vierhügel vor uns.

Von diesen Projectionsfasern zu dem oberen Vierhügel muss man streng das andere bereits erwähnte Fasersystem (Fig. 3, 13, 14) unterscheiden,[1] welches an tieferen Schnitten die gleiche Stelle einnimmt. Wir wollen der Beschreibung dieses zweiten Systems einige Worte widmen, müssen aber vorher kurz das sogenannte mittlere und tiefliegende Mark behandeln.

An Fig. 2 sieht man sehr deutlich, dass die centrale Partie des oberen Vierhügels von queren Fasern (Fig. 2, 16) eingenommen ist, die nichts anderes sind, als Fasern des tiefliegenden Markes. Man sieht, dass dieselben von der anderen Seite herkommen und nach einer Kreuzung in der Mittellinie nach aussen ziehen und dann alsbald scharf abgeschnitten endigen. Die Stelle ihrer Endigung (Fig. 2, 4) entspricht genau dem Orte, der in tieferen Praeparaten von dem als mittlerem Marke (Fig. 3, 4) bezeichneten Systeme eingenommen wird. Am Praeparate Fig. 3 beobachtet man auch, wie die ventralsten (16) und die dorsalsten Fasern (18) des sogenannten tiefliegenden Markes einer Seite nach der Kreuzung in der Mittellinie unmittelbar in das sogenannte mittlere Mark (4) der anderen Seite übergehen. Es bleibt also kein Zweifel, dass das sogenannte tiefliegende und mittlere Mark in unmittelbarem Zusammenhange stehen und zwar derart, dass das tiefliegende Mark einer Seite zum mittleren Marke der anderen Seite wird.

Kehren wir jetzt zu unserem Systeme zurück. Ich habe schon früher erwähnt, dass, sobald der Schnitt in der Höhe geführt ist, wo das sogenannte mittlere und das tiefliegende Mark zwei concentrische Kreise (Fig. 3) bilden, das System von Projectionsfasern zum oberen Vierhügel nicht mehr auf seinem ganzen Verlaufe zu übersehen ist. An seine Stelle ist jetzt eine neue Fasermasse (Fig. 3, 13, 14) getreten, welche ebenfalls aus der dorsalsten resp. äussersten Partie der inneren Kapsel (Fig. 3, 11) kommt, durch den innersten Abschnitt des äusseren Kniehöcker (Fig. 3, 10) geht, den innersten Theil des Pulvinars (Fig. 3, 14) durchsetzt und ganz dicht an das System des sogenannten mittleren (Fig. 3, 4) Markes herantritt. Es ist nicht sehr schwer sich davon zu überzeugen, dass zwischen den Fasern der fraglichen Bahn und denen des sogenannten mittleren Markes an dieser

[1] Vergl. Verfassers „Einige Bemerkungen über den Faserverlauf in der hinteren Commissur des Gehirns". *Neurologisches Centralblatt.* 1886. Nr. 5.

Stelle eine enge Beziehung existirt und zwar so, dass diese Bahn eine Fortsetzung der Fasern des mittleren Markes darstellt. Untersucht man ganz sorgfältig unter stärkeren Vergrösserungen eine Reihe von Schnitten, besonders aus tieferen Ebenen, so findet man, dass die Fasern unserer Bahn (Fig. 3, 14) im Bereiche des mittleren Markes immer eine Umbiegung gegen die Mittellinie machen; ja man findet sogar Stellen, an denen die Fasern des tiefliegenden Markes der entgegengesetzten Seite nach der Kreuzung in der Mittellinie nicht in das Bereich des mittleren Markes, sondern direct in die Fasern dieser Bahn (Fig. 3, 16) übergehen. Damit stimmt auch die Thatsache, dass man dieses Fasersystem auf der ganzen Strecke sowohl des oberen (Fig. 3, 13, 14) als auch des unteren Vierhügels (Fig. 4, 4, 10) vorfindet, auf welcher Strecke man das System des mittleren resp. tiefliegenden Markes beobachten kann, und zwar bleibt das Lageverhältniss zwischen dem Systeme des mittleren Markes einerseits und den Fasern dieser Bahn andererseits immer dasselbe. Was nun den weiteren Verlauf der betreffenden mit dem mittleren Marke zusammenhängenden Bahn in der Capsula interna anbelangt, so lehren die Schnitte, die ähnlich, wie Fig. 5, geführt sind, dass die Fasern des fraglichen Systems ebenso wie die des Projectionssystems zum oberen Vierhügel, zwischen dem Nucleus caudatus und dem Nucleus lentiformis nach der Grosshirnrinde ziehen.

Wir haben hier also ein mächtiges System von Fasern vor uns, die von der Hirnrinde ausgehen und durch den äussersten resp. dorsalsten Abschnitt der inneren Kapsel verlaufend, in das mittlere Mark derselben Seite, resp. in das tiefliegende Mark der anderen Seite übergehen.

Es existiren also zwei Systeme von Fasern, die von der Grosshirnrinde zu dem oberen Vierhügel ziehen, sich aber schon auf anatomischem Wege streng von einander trennen lassen; während das eine wirklich in der Substanz des oberen Vierhügel derselben Seite anatomisch sein Ende findet (das System von Projectionsfasern zum oberen Vierhügel), lässt sich das andere durch das mittlere Mark derselben und das tiefliegende Mark der entgegengesetzten Seite hindurch verfolgen.

Nachdem ich mich von der Existenz eines ziemlich mächtigen Bündels von Projectionsfasern zum oberen Vierhügel überzeugt hatte, hielt ich es für nothwendig meine Praeparate auch daraufhin zu untersuchen, ob sich für die Existenz ähnlicher Projektionsbündel zu den übrigen sogenannten primären Opticuscentren Anhaltspuncte gewinnen liessen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung waren mehr negativer als positiver Natur. Doch kehren wir wieder zu den Praeparaten zurück.

Schon bei der Besprechung des Praeparates Fig. 2, also eines der oberen Schnitte vom oberen Vierhügel, haben wir die Faserausstrahlung aus der

inneren Kapsel in die benachbarten Ganglien (Corpus genicul. ext. und Thalamus opt.) berücksichtigt. Die lateralsten dieser Fasern (Fig. 2, 9) treten in den inneren ventralen Abschnitt des äusseren Kniehöckers (Fig. 2, 8); aber, wie wir schon damals gesehen haben, endigen sie hier nicht, sondern treten wieder aus dem Kniehöcker aus, um ihren Weg unter den Fasern fortzusetzen, die zum oberen Vierhügel (Fig. 2, 11) ziehen. Untersucht man die ganze Reihe von Schnitten, in denen der äussere Kniehöcker vorhanden ist, so findet man immer dieselben Verhältnisse, und man bekommt nirgends, auch nicht bei stärkeren Vergrösserungen, ein Bild, das man für die Annahme der Endigung eines einigermaassen ansehnlichen Bündels aus der Capsula interna im äusseren Kniehöcker verwerthen könnte. — Andererseits sieht man sehr deutlich und zwar auf der ganzen Strecke, in der sich der äussere Kniehöcker vorfindet, dass von der inneren Hälfte des Kniehöckers eine grosse Menge von sehr feinen Fasern (Fig. 1, 7; Fig. 3, 12) ausgeht, die bald zu einem zierlichen Bündel (Fig. 1, 8) zusammentreten und längst der vorderen Commissur des Gehirns (Fig. 1, 9), resp. der dorsalen Grenze der inneren Kapsel (Fig. 3, 11) medialwärts zu einem von den Thalamuskernen ziehen. Wir finden also mit Bezug auf den äusseren Kniehöcker Verhältnisse, die mehr für den directen Zusammenhang des letzteren mit dem Thalamus opt., als für seine directe Verbindung mit der Grosshirnrinde sprechen.

Was nnn das dritte der sogenannten primären infracorticalen Opticuscentren, das Pulvinar betrifft, so wird seine Substanz, wie wir schon öfters bei der Beschreibung der Praeparate hervorgehoben haben, von verschiedenen Fasersystemen in sehr reichlicher Menge durchsetzt. Durch seine äussere capitale Partie (Fig. 1, 5; Fig. 2, 14; Fig. 3, 8) ziehen Opticusfasern, durch die äussere caudale Partie (Fig. 4, 5) die Fasern, die vom unteren Vierhügel nach der Capsula interna verlaufen. Der innere Abschnitt des Pulvinars wird in seiner ganzen Ausdehnung von einer grossen Masse von Fasern durchsetzt, die, wie erwähnt, in den oberen Theilen des Vierhügels dem Projectionsbündel zum oberen Vierhügel entsprechen (Fig. 2, 11), in den tiefer gelegenen Abschnitten (Fig. 3, 14) resp. im unteren Vierhügel (Fig. 4, 10) dem Fasersysteme des sogenannten mittleren Markes angehören. Ueber die Beziehung dieser erwähnten aus der Hirnrinde kommenden Fasern zur Substanz des Pulvinars muss ich dasselbe sagen, was ich oben über die Beziehung der Opticusfasern zum Pulvinar behauptet habe, nämlich, dass die fraglichen Fasersysteme auf ihrem ganzen Wege ohne Unterbrechung durch das Pulvinar verfolgt werden können, mit anderen Worten, dass alle diese Fasersysteme keineswegs Verbindungsbahnen für das Pulvinar mit der Hirnrinde darstellen. Wenn eine directe Verbindung des

Pulvinars mit der Grosshirnrinde wirklich existirt, so muss sie nicht durch einen besonderen, für das Pulvinar selbst bestimmten Zug, sondern durch diejenigen Fasern hergestellt werden, welche als die Projectionsfasern zum Thalamus opt. im Allgemeinen aufgefasst werden müssen.

Was diese letzteren betrifft, so habe ich darüber nur wenige Worte zu sagen. Bei Untersuchung der Praeparate beobachtet man immer eine grosse Menge von Fasern, die aus der Capsula interna in den Thalamus opt. einstrahlen und die gewiss den verschiedenen Stielen (Meynert) des Thalamus opt. analog sind, durch welche der letztere beim Menschen mit der Grosshirnrinde in Verbindung steht. Eine sorgfältige Untersuchung, die sich nicht auf einzelne Praeparate beschränkt, sondern eine ununterbrochene Schnittreihe bis zum unteren Vierhügel abwärts berücksichtigt, weist zwar nach, dass die meisten von diesen Fasern mit dem Thalamus opt. selbst gar nichts zu thun haben, indem sie denselben bloss passiren, um an andere Zielpunkte zu gelangen. Doch giebt es ausser diesen Fasern zweifellos noch andere, die nicht so weit nach unten (caudal) verfolgt werden können, und die in der Substanz des Thalamus opt. ihr Ende zu finden scheinen. Dem Eindrucke nach, den ich empfangen habe, übertrifft die Menge von Fasern, die den Thalamus opt. bloss durchsetzen, die Zahl der im Thalamus opt. selbst endigenden Fasern sehr bedeutend.

Hund.

Der Verlauf und die Vertheilung der Fasern des Tractus opt., sowie auch die Beziehung seiner sogenannten primären infracorticalen Centren zu der Grosshirnrinde bieten beim Hunde im Grossen und Ganzen so viel Übereinstimmendes mit dem, was wir soeben an Kaninchenpraeparaten kennen gelernt haben, dass wir bei der nun zu gebenden Beschreibung dieser Verhältnisse am Hundegehirn uns ganz kurz fassen können, wenn wir die Vergleichung beider Gehirne beständig vor Augen behalten.

Richten wir zuerst unsere Aufmerksamkeit auf Fig. 6. Dieselbe stellt einen Schnitt von einem Hundegehirne dar, welcher ganz dem Praeparate Fig. 5 vom Kaninchen entspricht. An diesem Praeparate sind das Corpus quadrigeminum sup. (8), das Pulvinar (10), der innere (11) und der äussere Kniehöcker (13) ganz deutlich kenntlich. Beim Vergleiche dieses Schnittes mit dem Kaninchenpraeparate Fig. 5 fällt auf, dass der innere Kniehöcker hier ungemein stark entwickelt ist, während er am Kaninchenpraeparate Fig. 5 ganz fehlte; im Uebrigen stimmen aber die beiden Praeparate in allen Punkten mit einander überein.

Wir gehen jetzt zu dem Tractus opt. über und bemerken, dass derselbe an diesem Praeparate in seinem ganzen Verlaufe übersehen werden

kann. Er zieht vom Chiasma in Form eines compacten Zuges (2) nach aussen, kreuzt den Hirnschenkelfuss (3), durchsetzt dann den äusseren Kniehöcker (13), bedeckt den inneren Kniehöcker (11) an seiner äusseren Peripherie, noch immer als ein compactes Bündel (12), passirt durch den äusseren Abschnitt des Pulvinars (10) und tritt endlich in das Corpus quadrigeminum sup. ein (9), dessen äussere Partie er einnimmt.

Einzelne Punkte dieses Verlaufes verdienen unsere besondere Aufmerksamkeit. Es ist zunächst nicht ohne Interesse, die Stelle zu untersuchen, wo der Tractus opt. dem äusseren Abschnitte des Hirnschenkelfusses anliegt. Hier sieht man nämlich eine grosse Menge von Fasern (4, 5), die aus dem inneren Kniehöcker herkommen und sich dem Tractus opticus so dicht anschliessen, dass man bei Betrachtung des Praeparates mit der Lupe den Eindruck empfängt, als ob es Fasern des Tractus opt. wären, welche sich hier vom gemeinschaftlichen Zuge des letzteren abgelöst hätten. Doch lässt eine genauere Untersuchung einer Reihe von Praeparaten capitalwärts, wobei man unbedingt mit starken Vergrösserungen arbeiten muss, erkennen, dass die fraglichen Fasern keineswegs Opticusfasern sind; vielmehr sammeln sich dieselben über dem Tractus opt. bloss an, um später mit den übrigen Fasern des Hirnschenkelfusses in die Capsula interna einzugehen, wo sie die äusserste Partie einnehmen. Vergleicht man dieses Praeparat noch mit dem Kaninchenpraeparate Fig. 5, so überzeugt man sich sofort, dass unsere Fasern ein Analogon derjenigen sind, welche am Kaninchenpraeparate von der Capsula interna zum Corp. quad. sup. (Fig. 5, 4, 5, 6) verliefen. Es bleibt also kein Zweifel, dass die betreffenden Fasern (Fig. 6, 4, 5) ein besonderes System darstellen, welches mit dem Tractus opt. gar nichts zu thun hat, mit anderen Worten, dass der Tractus opt. an der fraglichen Stelle keine Fasern abzweigen lässt.

Die Vertheilung der Opticusfasern in dem äusseren Kniehöcker geschieht in der nämlichen Weise, wie wir es beim Kaninchen gesehen haben. Der Tractus opticus bedeckt nämlich zum Theil die äussere Peripherie des Kniehöckers, znm anderen Theil zieht er durch die Substanz desselben hindurch. An unserem Praeparate ist das Corpus genicul. ext. (13) in seinem caudalsten Abschnitte getroffen, wo die graue Substanz noch sehr wenig ausgebildet ist. Der grösste Theil der Opticusfasern erscheint hier als Markzone, welche die caudale Oberfläche des äusseren Kniehöckers bekleidet; die übrigen Fasern scheinen aus der grauen Substanz des Kniehöckers zu entstehen, sind aber in Wirklichkeit nichts anders, als die Fortsetzung der Markzonefasern, welche nur in mehr caudalwärts liegenden Ebenen verlaufen: mit anderen Worten directe Fortsetzungen des Tractus opt. selbst. Was nun die Beziehung der Opticusfasern zu den Elementen der grauen Substanz des äusseren Kniehöckers betrifft, so muss ich hier dasselbe wiederholen

was ich bei den Kaninchenpraeparaten in Bezug auf diesen Punkt geäussert habe, nämlich, dass ein Zusammenhang zwischen den Fasern des Tractus opt. und den Elementen der Substanz des äusseren Kniehöckers nicht anzunehmen ist.

Nachdem die Fasern des Tractus opt. den äusseren Kniehöcker durchsetzt haben, sammeln sie sich wieder zu einem compacten Bündel (12) und fangen, wie gesagt, an, durch die äussere Peripherie des inneren Kniehöckers dorsalwärts gegen das Pulvinar (10) zu ziehen. Auf diesem ganzen Verlaufe lässt die sorgfältigste Untersuchung keine Umbiegungen der Fasern gegen die Mittellinie in die Substanz des inneren Kniehöckers erkennen. Der letztere wird von den Opticusfasern bloss von aussen bedeckt, ohne dass dieselben in ihn eintreten. Dieses Verhältniss stimmt ganz mit dem überein, was wir an Kaninchenpraeparaten (Fig. 5) beobachtet haben, so dass wir hier wieder eine engere Beziehung des Tractus opt. zu dem inneren Kniehöcker in Abrede stellen müssen.

Je mehr der Tractus opt. sich dem oberen Vierhügel nähert, desto mehr verliert er seine compacte Gestalt, so dass er in dem Pulvinar wieder in einzelne Fasern aufgelöst erscheint. Diese nehmen wie beim Kaninchen die äussere Partie des Pulvinars (10) ein und können auf ihrem ganzen Verlaufe mit solcher Deutlichkeit ohne jede Unterbrechung bis zum oberen Vierhügel verfolgt werden, dass auch hier das Fehlen eines Zusammenhangs der Opticusfasern mit der Substanz des Pulvinars ausser allem Zweifel gestellt werden muss.

Im oberen Vierhügel geht die Vertheilung der Opticusfasern beim Hunde ganz ähnlich, wie beim Kaninchen vor sich. Die Opticusfasern bilden nämlich eine Schale um die äussere, dorsale und caudale Peripherie des Vierhügels, wobei sie wieder capitalwärts von der Grenze aufhören, die den oberen vom unteren Vierhügel trennt, und ihre Stelle von den Fasern eingenommen wird, welche aus dem unteren Vierhügel nach der Capsula interna ziehen. An Schnitten, die ähnlich, wie das Kaninchenpraeparat Fig. 5 geführt sind, nehmen die Opticusfasern die äussere Peripherie des Vierhügels (Fig. 6, 9) ein, während die innere Partie der Peripherie dem Fasersysteme (Fig. 6, 7) den Ursprung giebt, das, wie wir sehen werden, zur Hirnrinde zieht. Wir wollen noch kurz bemerken, dass es auch beim Hunde nicht gelingt, einen Uebergang der Opticusfasern in die Substanz des Vierhügels der entgegengesetzten Seite nachzuweisen.

Ich will jetzt einige Worte über die Beziehung der Opticusfasern zum unteren Vierhügel sagen. Beim Hunde ist es wieder ganz leicht, sich zu überzeugen, dass der Tractus opt. mit dem unteren Vierhügel in gar keiner Verbindung steht. Alle Fasern, welche aus dem unteren Vierhügel entstehen, ziehen mit den Fasern des sogenannten mittleren Markes des Vier-

hügels durch das Pulvinar und den inneren Kniehöcker ventralwärts und sammeln sich nach aussen von dem Hirnschenkelfusse (4), um später mit den Fasern des letzteren nach der Capsula interna zu verlaufen. An der Stelle, wo der Tractus opt. diesen Fasern nahe anliegt (4), kann es auf den ersten Blick scheinen, als ob hier ein Zusammenhang zwischen diesen beiden Fasersystemen bestände; doch wird das, wie gesagt, durch eine genauere Untersuchung völlig widerlegt.

Was nun die Projectionsfasern zu den sogenannten primären Opticuscentren betrifft, so giebt die Untersuchung der Hundepraeparate dieselben Resultate, wie beim Kaninchen. Man kann nämlich auch hier nur ein einziges gesondertes System von Fasern deutlich erkennen, welches sich aus der inneren Kapsel zu dem oberen Vierhügel verfolgen lässt. Dieses zieht durch den äusseren und den inneren Kniehöcker (Fig. 6, 5), durch den inneren Abschnitt des Pulvinars (10) und endigt in der inneren Partie der Peripherie (7) des oberen Vierhügels. Es verläuft nur in dem capitalen Theile des Vierhügels, während seine Stelle in den mehr caudal gelegenen Abschnitten des letzteren von Fasern eingenommen wird, die aus der Capsula interna zum sogenannten mittleren Marke ziehen.

Gesonderte Fasersysteme aus der inneren Kapsel zu dem äusseren Kniehöcker und dem Pulvinar sind hier in derselben Weise, wie beim Kaninchen, nicht nachzuweisen.

II. Zusammenfassung und Besprechung der Resultate.

Vor den Untersuchungen von v. Gudden wurden allgemein als primäre Opticuscentren ausser dem oberen Vierhügel, dem Pulvinar und dem äusseren Kniehöcker, noch der innere Kniehöcker und der untere Vierhügel angeführt. Dieser Forscher hat zuerst vermittelst seiner Untersuchungsmethode nachgewiesen, dass „die Centralorgane der N. optici ... sich in den vorderen Hügeln, dem Corp. genic. ext. und in noch näher zu umgrenzenden Theilen der Thalami (befinden)“,[1] nachdem er sich überzeugt hatte, dass die Corp. genic. interna „zum Gesichtssinne in keiner physiologischen Beziehung“ stehen und dass das Gleiche für die unteren Vierhügel gilt.[2] Forel, der ganz mit v. Gudden in diesem Punkte

---

[1] Ueber die Kreuzung der Fasern im Chiasma N. opticorum. *Archiv für Ophthalmologie.* 1874. Bd. XX. S. 257.

[2] *Ebenda,* S. 260 und *Archiv für Psychiatrie.* Bd. II.

übereinstimmt,[1] theilt seinerseits ein Experiment mit, bei dem er nach der Wegnahme des unteren Vierhügels beim neugeborenen Kaninchen gar nichts abnormes an den N. optici bemerken konnte.[2] Auch v. Monakow[3] hält auf Grund seiner Untersuchungen für die primären Opticuscentren nur das Corpus genic. ext., das Pulvinar und den vorderen Vierhügel. Kürzlich ist Bechterew[4] auf dem Wege des Thierexperimentes zur Ansicht gekommen, dass der untere Vierhügel als Endigungsort für den Tractus opt., nämlich für das gekreuzte Bündel desselben aufgefasst werden müsse.

Die Ergebnisse meiner histologischen Untersuchungen in Bezug auf den unteren Vierhügel sprechen nach dem oben Mitgetheilten entschieden zu Gunsten der Ansicht von v. Gudden und der anderen Autoren, welche mit diesem Forscher übereinstimmen und stehen in Widerspruch zu der Ansicht von Bechterew. Wir haben nämlich gesehen, dass alle Fasern, welche aus dem Bereiche des unteren Vierhügels hervorgehen, in ununterbrochener Continuität nach der Capsula interna ziehen und, obgleich dieselben an einigen Stellen dem Tractus opt. dicht anliegen, haben sie doch in Wirklichkeit mit letzterem gar nichts zu schaffen. Dem entsprechend muss ich behaupten, dass der untere Vierhügel in keiner Beziehung zu dem Tractus opt. steht.

Ganz dasselbe muss ich auch im Bezug auf den inneren Kniehöcker aussagen. Beim Hunde, wo der Tractus opt. durch die äussere Peripherie desselben zieht (Fig. 6, 12), konnten wir keinerlei Umbiegungen der Opticusfasern gegen die Mittellinie in die Substanz des Kniehöckers auffinden. Beim Kaninchen gelingt es gleichfalls bei genauerer Untersuchung nachzuweisen, dass diejenigen Fasern (Fig. 4, 6), welche durch den inneren Kniehöcker ziehen und im Bereiche des äusseren Kniehöckers den Opticusfasern sehr dicht anliegen, keine Fortsetzung des Tractus opt. darstellen, sondern dass sie alle nach der Capsula interna verlaufen. Diese letztere Thatsache steht im Einklange mit den Ergebnissen der Untersuchungen von Monakow, der bei experimentell erzeugten Rindenläsionen an Katzen gefunden hat, dass „die lateral-caudale Partie des Corpus geniculatum intern. und dessen laterale Markzone . . . . eine nicht unerhebliche Volumensverkleinerung und Atrophie darboten.“[5] Eine solche secundäre Atrophie

[1] Untersuchungen über die Haubenregion. *Archiv für Psychiatrie.* 1877. Bd. VII.

[2] Einige hirnanatomische Untersuchungen. *Allgemeine Wiener medicinische Zeitung.* 1881. Nr. 46.

[3] Experimentelle und pathologisch-anatomische Untersuchungen über die Beziehung der sog. Sehsphäre u. s. w. *Archiv für Psychiatrie.* Bd. XVI.

[4] Ueber die Function des Vierhügels. Separat-Abzug aus dem „*Wratsch*“. 1883. Nr. 35. (Russisch.)

[5] Neue experimentelle Beiträge zur Anatomie der Schleife. *Neurologisches Centralblatt.* 1885. Nr. 12.

des Corpus gen. int. nach der Extirpation des Scheitel- und Hinterhauptshirns hat auch v. Gudden bestätigt.[1] Meine histologischen Untersuchungen sprechen also für die Annahme, dass das Corpus genic. internum sich in keiner Verbindung mit den Opticusfasern befindet.

Ich sehe mich aber genöthigt in der Zurückweisung primärer Centren für den N. opticus noch weiter zu gehen und auch die Bedeutung des Pulvinars als Opticuscentrum zu bestreiten. Es ist leicht zu verstehen, warum die Enucleation eines Auges beim neugeborenen Thier eine beträchtliche Volumverkleinerung der lateral-capitalen Partie des Pulvinars hervorruft. Wir haben ja an vielen Praeparaten sowohl vom Kaninchen (Fig. 2, 14; Fig. 3, 8; Fig. 5, 13), als auch vom Hunde (Fig. 6, 10) gesehen, in wie reichlicher Zahl die Opticusfasern die Substanz des Pulvinars durchsetzen. Damit ist aber für den Zusammenhang der Opticusfasern mit der Substanz des Pulvinars nichts entschieden, und es kommt vielmehr in Betracht, dass wenigstens die meisten der Opticusfasern auf ihrem ganzen Verlaufe durch das Pulvinar bis zum oberen Vierhügel ohne Unterbrechung verfolgt werden können. Dieses histologische Verhältniss spricht also entschieden gegen die Meinung, dass das Pulvinar ein Opticuscentrum sei. — Diese Ansicht über das Pulvinar vertrete ich jedoch nicht ganz allein; v. Gudden hat in neuester Zeit seine frühere Meinung über die Opticuscentren in der Richtung modificirt, dass auch er jetzt bloss zwei Centren, das eine im Corpus genicul. ext., das andere im oberen Hügel des Corpus quadratus gelten lässt.[2]

Alles was ich soeben über das Pulvinar gesagt habe, gilt auch für das Corpus genicul. externum, so dass ich auf Grund meiner Untersuchungen behaupten muss, dass der äussere Kniehöcker ebenso wie das Pulvinar den Opticusfasern keinen Ursprung geben. Die beträchtliche Schrumpfung des Corpus genicul. ext. nach der Enucleation des contralateralen Bulbus muss ich wie vorhin durch den Ausfall der bloss durchziehenden Opticusfasern erklären, welche die Substanz des Kniehöckers, wie wir gesehen haben, in so reichlicher Zahl (Fig. 1, 6; Fig. 2, 7, Fig. 3, 9) einschliesst. Ich will nicht die Annahme von v. Gudden[3] bestreiten, dass sich zu den Opticusfasern, die aus dem oberen Vierhügel entstehen, im Bereiche des äusseren Kniehöckers eine Anzahl von ganz anderen Fasern beigesellen; ich behaupte das vielmehr selbst; muss aber daran festhalten,

[1] Ueber die Frage der Localisation der Functionen der Grosshirnrinde. Bericht über die Jahresversammlung des Vereins der deutschen Irrenärzte. II. Sitzung 17. September 1885. *Neurologisches Centralblatt.* 1885. Nr. 19.

[2] Ueber die Sehnerven, die Sehtractus u. s. w. Die Versammlung der deutschen Naturforscher und Aerzte in Strassburg 1885. *Neurologisches Centralblatt.* 1885. Nr. 19.

[3] *Ebenda.*

dass diese Fasern keineswegs im Kniehöcker selbst entstehen, sondern dass sie von der Glandula pinealis und dem Ggl. habenulae herstammen.

Ich nehme also für den N. opticus (für seine Sehfasern [v. Gudden]) nur ein Centrum — den oberen Hügel des Corpus quadrigeminus — an, wobei ich aus der Glandula pinealis und dem Ggl. habenulae eine Anzahl von Fasern hervorgehen lasse, welche sich im Bereiche des äusseren Kniehöckers zu den Opticusfasern gesellen, und die nach meinen physiologischen Untersuchungen[1] als Pupillarfasern (v. Gudden) angesehen werden dürfen.

Die Hypothese von Charcot,[2] nach der die Opticusfasern sich im Vierhügel kreuzen und in die Substanz des Vierhügels der entgegengesetzten Seite übergehen sollen, findet in den Ergebnissen meiner Untersuchungen, die hierin im Einklange mit denen von Forel[3] stehen, keine Bestätigung.

Was nun die Beziehung der sogenannten infracorticalen Opticuscentren zur Hirnrinde betrifft, so nimmt v. Monakow[4] auf Grund seiner experimentellen Untersuchungen Verbindungen der verschiedenen Partien der Hirnrinde mit dem äusseren Kniehöcker, dem oberen Vierhügel und den verschiedenen Abschnitten des Thalamus opt. an. Meine histologischen Untersuchungen erlauben mir nicht, der Ansicht von v. Monakow ohne Weiteres beizutreten. Ich muss nicht bloss, im Anschlusse an Forel,[5] eine directe Verbindung des äusseren Kniehöckers mit der Hirnrinde bestreiten, sondern auch die directe Verbindung des Pulvinars mit der Grosshirnrinde in Abrede stellen. Es wirft sich mir überhaupt die Frage auf, ob v. Monakow den secundären Atrophien bei seinen Untersuchungen die richtige Erklärung gegeben hat, und ob nicht diese Atrophien bloss als eine Folge des Schwindens der Fasern aufgefasst werden müssen, die, wie wir gesehen haben, in so reichlicher Masse sowohl den äusseren Kniehöcker, als den Pulvinar bloss durchsetzen. Ich muss wenigstens behaupten, dass auf histologischem Wege nur ein Zusammenhang des oberen Vierhügels mit der Hirnrinde durch ein besonderes Faserbündel nachzuweisen ist, während zu dem äusseren Kniehöcker und dem Pulvinar kein gesonderter Faserzug von der Grosshirnrinde verfolgt werden kann.

Wenn wir die Ergebnisse der hier mitgetheilten Untersuchungen zur Construction eines Verlaufsschemas für den N. opticus verwenden wollen, so ergiebt sich das Taf. XII Fig. 7 dargestellte Resultat.

---

[1] Versuche über die Durchschneidung der hinteren Gehirncommissur beim Kaninchen. Pflüger's *Archiv* u. s. w. 1886. Bd. XXXVIII.

[2] *Leçon sur les localisations dans les maladies du cerveau et de la moelle épinière.*

[3] Untersuchungen über die Haubenregion.

[4] Ueber einige durch Exstirpation circumscripter Hirnrindenregionen bedingte Entwickelungshemmungen des Kaninchengehirns. *Archiv für Psychiatrie.* Bd. XII.

[5] A. a. O.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Horizontalschnitt durch den Hirnstamm des Kaninchens.

1. Grauer Saum der Vierhügelsubstanz.
2. Oberer Vierhügel.
3, 4. Opticusfasern.
5. Pulvinar.
6. Corpus genic. ext.
7, 8. Fasern, welche aus dem äusseren Kniehöcker entstehen (siehe Text).
9. Vordere Gehirncommissur.
10. Innere Kapsel.
11. Pupillarfasern des Tractus opt.
12. Thalamus opt.
13. Gl. habenulae.

Fig. 2. Horizontalschnitt durch den Hirnstamm des Kaninchens.

1. Grauer Saum der Vierhügelsubstanz.
2. Oberer Vierhügel.
3. Zwischenraum zwischen den Opticusfasern und dem sog. mittleren Marke des Vierhügels.
4. Sog. mittleres Mark des Vierhügels.
5, 6. Opticusfasern.
7. Corpus genic. ext.
8, 9, 11, 15, 17. Projectionsfasern zum oberen Vierhügel.
10. Innere Kapsel.
12, 14. Pulvinar.
13. Gl. habenulae.
16. Fasern des sog. tiefliegenden Markes des Vierhügels.

Fig. 3. Horizontalschnitt durch den Hirnstamm des Kaninchens.

1. Grauer Saum der Vierhügelsubstanz.
2. Zwischenraum zwischen den Opticusfasern und dem sog. mittleren Marke des Vierhügels.
3. Oberer Vierhügel.
4. Sog. mittleres Mark des Vierhügels.
5, 7. Opticusfasern.
6. Zwischenraum zwischen den Opticusfasern und den Fasern des sog. mittleren Markes des Vierhügels.
8. Pulvinar.
9. Corp. genic. ext.
10, 13, 14. Fasern, die von der Hirnrinde zum sog. mittleren Marke des Vierhügels ziehen.
11. Innere Kapsel.
12. Fasern, die aus dem äusseren Kniehöcker entstehen.
15. Hintere Gehirncommissur.
16, 18. Fasern des sog. tiefliegenden Markes des Vierhügels.
17. Sog. tiefliegendes Mark des Vierhügels.
19. Projectionsfasern zum oberen Vierhügel.

Fig. 4. Horizontalschnitt durch den Hirnstamm des Kaninchens.

1. Unterer Vierhügel.
2. Fasern, welche aus dem unteren Vierhügel nach der Hirnrinde ziehen.
3. Rest des grauen Saumes der Substanz des oberen Vierhügels.
4. Fasern, die von der Hirnrinde zum sog. mittleren Marke des Vierhügels ziehen.
5. 10. Pulvinar.
6. Corpus genic. internum.
7. Corpus genic. externum.
8. Fasern aus der inneren Kapsel (siehe Text).
9. Innere Kapsel.
11. Hintere Gehirncommissur.
12. Sog. mittleres Mark des Vierhügels.
13. Sog. tiefliegendes Mark des Vierhügels.

Fig. 5. Schnitt durch den Hirnstamm eines Kaninchens, der unter 45° zur Horizontalebene geführt ist.

1. Oberer Vierhügel.
2, 4, 5, 6. Projectionsfasern zum oberen Vierhügel.
3. Hintere Gehirncommissur.
7. Innere Kapsel.
8. Linsenkern.
9. Stabkranzfasern.
10. Schweifkern.
11. Corpus genic. ext.
12. Tractus opticus.
13. Pulvinar.
14. Opticusfasern.

Fig. 6. Schnitt durch den Hirnstamm des Hundes, der ähnlich wie Fig. 5 geführt ist.

1. Chiasma nn. opticorum.
2. Tractus opt.
3. Hirnschenkelfuss.
4, 5, 7. Projectionsfasern zum oberen Vierhügel.
6. Hintere Gehirncommissur.
8. Oberer Vierhügel.
9. Opticusfasern.
10. Pulvinar.
11. Corpus genic. internum.
12. Tractus opticus.
13. Corpus genic. externum.

Fig. 7. *D* ist das rechte, *S* das linke Auge; *CH* = Chiasma nn. opticorum; *TO* = Tractus opt., welcher nach der Abtrennung der Pupillarfasern (*to*) für die Glandula pinealis (*p*) in den oberen Vierhügel (*c Qs*) derselben Seite eintritt, wo er die äussere Peripherie einnimmt. Die mediale Partie der Vierhügelperipherie giebt den Projectionsfasern (*Cr*) Ursprung, welche zur Grosshirnrinde (*Cx*) derselben Seite ziehen.

Ueber eine Eigenthümlichkeit der äusseren Körner.

Von

Dr. P. Rudloff.

(Aus der anatomischen Anstalt in Leipzig.)

Da die äusseren Körner die Kerne der Sehzellen sind, so beanspruchen sie ein besonderes Interesse, und ist die Frage, inwieweit sie mit den Kernen der übrigen Zellen übereinstimmen oder nicht, von einigem Werth.

Man hat von ihnen, insbesondere von den Stäbchenkörnern beschrieben, dass sie durch eine eigenthümliche quere Bänderung (Henle) ausgezeichnet sind, und sich hierdurch von den übrigen in der Retina vorkommenden Kernen unterscheiden.

Eine noch auffallendere Differenz erhält man in folgender Weise. Man lege den frischen Bulbus eines Kaninchens in eine concentrirte wässrige Sublimatlösung, und lasse ihn hier 24 Stunden liegen. Dann bringt man den Bulbus in Wasser, schneidet ihn hier auf, entfernt den Glaskörper und wäscht ihn durch öfteres Wechseln des Wassers 24 Stunden gut aus. Er kommt dann für beliebige Zeit in Alkohol, wird in Paraffin eingebettet und geschnitten; die Schnitte werden nach Auswaschen des Paraffins u. s. w. nach der Gram'schen Methode[1] auf dem Objectträger gefärbt. Es zeigt sich dann, dass alle Kerne der Retina farblos, und nur die äusseren Körner dunkelblau gefärbt sind.

Die Gram'sche Methode zeichnet sich bekanntlich dadurch aus, dass sie die Bacterien färbt, die Kerne der Zellen dagegen ungefärbt lässt; es scheint also, als wenn eine gewisse Verwandtschaft zwischen den in den

---

[1] Gram, *Fortschritte der Medicin.* 1884. S. 185.

äusseren Körnern und in den Bacterien vorhandenen Stoffen besteht. Vollständig ist diese Uebereinstimmung der Reaction nicht; denn wenn man, wie es bei der Gram'schen Methode üblich ist, nachträglich Doppelfärbungen anwendet, so zeigen sich hier Unterschiede. Färbt man z. B. nachträglich mit alkoholischem Eosin, so bleibt jene beschriebene Blaufärbung der äusseren Körner bestehen, färbt man dagegen mit wässerigem Bismarkbraun, so verschwindet die blaue Farbe des Gentianaviolett und macht der Gelbfärbung des Bismarckbraun Platz, während die Bacterien blau bleiben.

Diese Reactionen zeigen, dass die äusseren Körner sich den anderen Kernen der Retina gegenüber different verhalten; von den Bacterien unterscheiden sie sich durch die erwähnte Einwirkung des Bismarkbraun. Am besten überzeugt man sich hiervon wenn man das Kaninchen, dessen Bulbus man benutzen will, vorher in der vorderen Kammer mit Milzbrandbacillen impft und seinen Tod abwartet. Man hat dann in einem Schnitt die Reactionen der äusseren Körner, der übrigen Kerne und der Bacillen in den Gefässen der Chorioidea nebeneinander.

Nach den Beobachtungen von Hrn. Dr. Altmann,[1] dem ich auch die Anregung zur vorliegenden Untersuchung verdanke, sind es die Kerne der späteren Sehzellen, welche allein in der embryonalen Retina durch ihre Vermehrung den Zellenbestand dieses Organes liefern. Sie haben diese Eigenthümlichkeit gemein mit der analogen Zellenschicht aller übrigen Organanlagen. Es lag nun die Möglichkeit vor, dass diese Eigenthümlichkeit mit der beschriebenen Färbungsdifferenz in Verbindung steht. Es ist jedoch bis jetzt noch nicht gelungen, am Embryo dieselbe Differenz zu erzielen, ebensowenig beim erwachsenen Organismus an anderen Stellen, als an den äusseren Körnern. Es deutet dieses darauf hin, dass die beschriebene Differenz dieser Körner sich erst mit der specifischen Umbildung der Sehzellen einstellt.

---

[1] Altmann, *Ueber embryonales Wachsthum.* Leipzig 1881.

Untersuchungen über den Verhornungsprocess.

I. Mittheilung.

Die Histogenese des Nagels beim menschlichen Foetus.

Von

Dr. Richard Zander,
Privatdocenten und Prosector der Anatomie in Königsberg i. Pr.

(Hierzu Taf. XIII.)

Bei meinen Untersuchungen der frühesten Stadien der Nagelentwickelung beim Menschen[1] machte ich die Bemerkung, dass die in der Literatur sich findenden Angaben über den Modus der Histogenese des foetalen Nagels mit meinen Beobachtungen nicht völlig in Einklang zu bringen sind: sie erwiesen sich nicht nur als mehr oder weniger unvollständig, sondern widersprachen in manchen Punkten sogar ganz direct dem, was ich gesehen. Das gab mir die Veranlassung, den Vorgang genauer zu studiren. Eine grössere Anzahl (in Alkohol oder in Müller'scher Lösung resp. Chromsäure und Alkohol) vorzüglich conservirter menschlicher Foeten aus verschiedenen Altersperioden stand mir zur Verfügung; auch an brauchbarem Material von Neugeborenen, Kindern und Erwachsenen, hatte ich keinen Mangel. Leider aber vermochte ich in den letzten zwei Jahren keine geeigneten Foeten in so frischem Zustande zu erlangen, dass ich durch eine Controlle meiner Praeparate am frischen Objecte einen in jeder Hinsicht vollkommenen Abschluss hätte erzielen können. Diese Untersuchungen bildeten den Ausgangspunkt einer systematischen Bearbeitung

[1] Die frühesten Stadien der Nagelentwickelung und ihre Beziehung zu den Digitalnerven. *Dies Archiv*, 1884. S. 103—144.

anderer Hornbildungen, die mich seit Jahren beschäftigt hat. Wenn ich vor Beendigung dieser mich zur Mittheilung meiner Beobachtungen über die Histogenese des foetalen meschlichen Nagels entschliesse, so geschieht dies, weil ich dieselben für geeignet halte, einige Klarheit über das Wesen des Verhornungsprocesses zu verbreiten.

Literatur.

Die Bildung der menschlichen Nägel vollzieht sich nach Kölliker[1] auf folgende Art: Bei Foeten des vierten Monats tritt zwischen Stratum Malpighii und der aus einer einfachen Lage polygonaler Zellen mit deutlichem Kern bestehenden Hornschicht des Nagelbettes eine einfache Lage blasser, platter, vieleckiger und kernhaltiger Zellen auf, die fest zusammenhängen und „als die erste Andeutung der eigentlichen Nagelsubstanz anzusehen sind." Das Stratum Malpighii verdickt sich unter diesen Zellen, so dass mindestens zwei Zellschichten über einander zu liegen kommen. Der Nagel, anfänglich von der Oberhaut umschlossen, bildet sich auf dem ganzen Nagelbett in Form eines viereckigen Plättchens durch eine Umwandlung der Zellen der Schleimschicht. Während er sich nun verdickt durch den Zutritt neuer Zellen von unten her und vergrössert durch den Ansatz neuer Elemente an den Rändern, bleibt er noch einige Zeit unter dem Stratum corneum verborgen, wird dann am Ende frei und beginnt in die Länge zu wachsen.

In Uebereinstimmung hiermit giebt Frey[2] an, dass im vierten Monat des intrauterinen Lebens unter der foetalen Epidermis und über dem Rete Malpighii des Nagelbettes eine Schicht neuer Zellen erscheint, „welche die erste Andeutung der hornigen Nagellagen kommender Tage ausmachen soll." Derartige Lagen häufen sich übereinander, so dass die allerdings noch weiche Hornschicht eine grössere Mächtigkeit erlangt. Die Bedeckung des Nagels durch Epidermoidalschüppchen verschwindet zu Ende des fünften Monats.

Biesiadecki[3] findet ebenfalls im vierten Foetalmonat zwischen den Epithelien des leistenähnlichen Fortsatzes, welchen die Schleimschicht in das Corium schon früher, im dritten Monat, hineingesendet hat, eine drei- bis

---

[1] A. Kölliker, *Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere.* II. Aufl. Leipzig 1879. S. 777 ff. und *Grundriss der Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere.* II. Aufl. Leipzig 1884. S. 331 u. 332.

[2] H. Frey, *Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen.* 5. Aufl. Leipzig 1876. S. 181.

[3] A. Biesiadecki, Stricker's *Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere.* Leipzig 1871. Bd. I. Cap. XXVI. Nägel. S. 612.

vierfache Reihe platter, kernhaltiger, sehr scharf begrenzter Zellen. Diese, welche den Nagelzellen entsprechen sollen, schieben sich zwischen die Schleim- und Hornschicht des Nagelbettes ein, so dass der vorgebildete Nagel noch von der Hornschicht zugedeckt ist und keinen freien Rand besitzt. Indem nun der Nagel unterhalb der Hornschicht bis zur Fingerspitze (im sechsten Monate) reicht, hebt er die Hornschicht in Form einer nach rückwärts offenen Tasche ab.

Auch Gegenbaur[1] nimmt an, dass die erste Bildung des Nagels nicht unmittelbar auf der Oberfläche erfolgt. Nachdem sich im dritten Monat das Nagelbett abgegrenzt hat, entsteht unter der Hornschicht seiner Epidermis eine dünne aus festen Zellen zusammengesetzte Platte, welche allmählich vom Nagelfalz und Nagelbett aus zunimmt und den von der Hornschicht gebildeten Ueberzug gegen den sechsten Monat verliert.

Nach Klein[2] wird im foetalen Nagelbett das Stratum germinativum von dem gewöhnlichen Stratum lucidum und Stratum corneum bedeckt; ersteres ist aber das stärkere. Der foetale Nagel wird gebildet durch eine ungemein schnelle Theilung der Zellen des Stratum germinativum und eine Umwandlung der oberflächlichen Zellen desselben zu den Schüppchen des Stratum lucidum. In diesem frühen Stadium ist der Nagel von einem Stratum corneum bedeckt. Am Ende des fünften Monats bricht der Rand durch dieses Stratum corneum durch und im siebenten Monat ist der grössere Theil frei davon.

Noch weniger bestimmt als in den bisher angeführten Handbüchern ist der Vorgang in Quain's „Elements of Anatomy"[3] geschildert: Bei dem dreimonatlichen Foetus, heisst es daselbst, beginnt die Epidermis über der Nagelmatrix in ihren unteren Theilen den Character des Nagels anzunehmen. Nach dem Ende des fünften Monats beginnt der Nagel die bedeckende Oberhaut zu durchbrechen und im siebenten Monat nimmt das Längenwachsthum seinen Anfang.

Ganz unbestimmt sind die Angaben in Sappey's Traité d'anatomie.[4]

Zu erwähnen wäre noch, dass in Balfour's Handbuch der vergleichenden Anatomie[5] Kölliker's Angabe von der ersten Entstehung des Nagels im Innern der Epidermis acceptirt wird.

---

[1] Gegenbaur, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*. Leipzig 1886. S. 892.

[2] E. Klein, *Elements of Histology*. IV. Edit. London, Paris und New-York 1884. S. 289.

[3] Quains, *Elements of Anatomie*. VIII. Edit. London 1876. Vol. II. S. 219.

[4] Ph. C. Sappey, *Traité d'anatomie descriptive*. Paris 1879. t. IV. Embryologie. S. 919.

[5] F. M. Balfour, *Handbuch der vergleichenden Embryologie*. Deutsch von Vetter. Jena 1881. Bd. II. S. 354.

Aus Specialarbeiten, welche die Bildung der Nägel berücksichtigen, habe ich Folgendes zu erwähnen.

Renaut[1] fand, dass der Nagel im vierten Monat unter der Epidermis entsteht von der er zunächst ganz und gar bedeckt wird und die er erst gegen Ende des embryonalen Lebens mit seinem vorderen Rande durchbricht. Der Epidermisüberzug des Nagels geht alsdann in der Richtung nach dem Falz zu verloren.

Dieser Angabe, welche mit der Kölliker's zusammenfällt, schliesst sich auch Henle[2] in seiner letzten Publication an. An dem Sagittalschnitt durch das Daumenendglied eines fünf Monate alten menschlichen Foetus zeigte sich zwischen den Zellen des Nagelfalzes ein hellerer Streif, der sich in die Epidermis der unteren Fläche des Nagelwalls und in den Nagelkörper schied. Der gelb gefärbte Nagel erstreckte sich bis auf die Mitte der Länge des Nagelbettes. Die Epidermis an der unteren Fläche des Nagelwalls setzte sich, an dem vorderen Rande des letzteren mit der Epidermis der oberen Fläche des Nagelwalls vereinigt, über das Nagelbett fort. Der Nagel wird demnach nach Henle's Ansicht bei seiner ersten Entwickelung, ebenso wie beim späteren Wachsthum von dem Falz aus vorwärts geschoben. Die Schleimschicht des Nagelwalles und Nagelbettes färbten sich an dem untersuchten Praeparat mit Carmin, es konnten aber in den Zellen nicht Eleidinkörnchen nachgewiesen werden. Unter dem Nagel fand sich eine bis zum vorderen Rand des Walles hinziehende dunkle feinkörnige Schicht von allmählich zunehmender Mächtigkeit, die für Onychin zu halten ist, weil sie sich indifferent gegen Carmin und Haematoxylin verhält. Schon beim Foetus nähme demnach die Onychinschicht dieselbe Region wie beim reifen Menschen ein.

Auch Ranvier[3] scheint der allgemein angenommenen Ansicht Kölliker's zuzustimmen, wie aus einer kurzen Notiz hervorgeht, welche besagt, dass in einer gewissen Entwickelungsperiode beim Menschen der foetale Nagel von Epidermis überdeckt ist, wie der Nagel der erwachsenen Hufthiere (Hyponichion). Diese Epidermis ist gebildet aus mehreren Lagen weicher Zellen, die sehr reich an Glycogen sind und ausserdem

---

[1] Bei S. Arloing, *Poils et ongles. Leurs organes producteurs.* Paris 1880. p. 149. (Nach Virchow-Hirsch, *Jahresbericht für 1880* und Henle, *Das Wachsthum der menschlichen Nägel* u. s. w. citirt.

[2] J. Henle, Das Wachsthum des menschlichen Nagels und des Pferdehufs. *Abhandlungen der kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.* Göttingen 1884. Bd. XXXI. S. 28 u. 29.

[3] L. Ranvier, *Traité technique d'histologie.* p. 887; — De l'éléidine et de la répartition de cette substance dans la peau, la muqueuse buccale et la muqueuse oesophagienne des vertébrés. *Archives de physiologie normale et pathologie.* 1884. III. Série. Tom. III. p. 125—141.

grosse Eleidintropfen enthalten. Aber weder in der Nagelplatte noch in deren Matrix soll nach ihm sich je Glycogen oder Eleidin finden. (Waldeyer[1] hatte das Vorkommen von Eleidin in den Hufen von Pferdefoeten behauptet.)

Am genauesten ist bisher die Entwickelung des Nagels beim menschlichen Foetus von Unna[2] beschrieben worden. Die Resultate, zu denen dieser gelangte, befinden sich im Wesentlichen im Einklang mit den Angaben von Kölliker. Die Zehe eines zwei bis drei Monate alten menschlichen Foetus zeigte auf dem Nagelbett nicht wie an der übrigen Haut ein cylindrisches sondern ein cubisches Epithel und eine schwächere Stachelschicht. Vom Rücken des zweiten Gliedes zieht darüber bis zur Fingerkuppe eine dicke lamellöse Hornschicht (Eponychium). Unter letzterer entsteht bei dem $4^1/_2$ monatlichen Foetus die erste Andeutung des definitiven Nagels als eine kleine, auf dem Längsschnitt der Zehe linsenförmige Anhäufung klarer und grosser Stachelzellen am Ausgange des Nagelfalzes. Diese Zellen dringen, wie dies an einer sechsmonatlichen Zehe deutlich wurde, weiter nach hinten in den Nagelfalz ein und schieben sich unter dem Eponychium mehr und mehr nach vorn fort (damit steht in Einklang die vorhin mitgetheilte aber später veröffentlichte Angabe Henle's) wobei sie zugleich von hinten nach vorn verhornen, ohne dass (wie dies auch Ranvier behauptet) Körnerzellen auftreten. Im achten Monat liegt das Eponychium nur dem hinterem Abschnitt des Nagels auf; der Nagel ist sonst frei. Während in der Haut des Neugeborenen die Körnerschicht, welche bereits im achten Monat zwischen Stachel- und Hornzellen auftritt, sich überall findet, fehlt sie im Gebiet des Nagels. Dieselbe Beobachtung hatte schon früher Heynold[3] gemacht. Im Wesentlichen gleich soll sich die Entwickelung des Fingernagels gestalten, nur dass der Nagel früher frei wird, weil das Eponychium wegen des rascheren Wachsthumes der Phalanx schneller abblättert.

Brooke[4] gelangte in manchen Punkten zu Resultaten die mehr oder

---

[1] W. Waldeyer, Untersuchungen über die Histogenese der Horngebilde, insbesondere der Haare und Federn. *Beiträge zur Anatomie und Embryologie.* J. Henle dargebracht. Bonn 1882. S. 141—162.

[2] P. Unna, Beiträge zur Histologie und Entwickelungsgeschichte der menschlichen Oberhaut und ihrer Anhangsgebilde. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1876. Bd. XII. S. 665—741; Derselbe, Entwickelungsgeschichte und Anatomie (der Haut) für von Ziemssen's *Handbuch der speciellen Pathologie und Therapie* 1883. S. 38 ff.

[3] H. Heynold. Beitrag zur Histologie und Genese des Nagels. Virchow's *Archiv* u. s. w. 1875. Bd. LXV. S. 270—272.

[4] Brooke, Beitrag zur Lehre über die Horngebilde. *Mittheilungen aus dem*

weniger von dem bisher mitgetheilten abweichen. Die Grenze des Nagels wird, wie er fand, durch einen Vorsprung der Gebilde des mittleren Keimblattes zu Anfang des dritten Monats bestimmt. Bei einem circa 6 cm langen Foetus konnten in der Tiefe des Nagelfalzes einige Zellen beobachtet werden, die Körnchen und grössere oder kleinere „tropfenartige rundliche Stellen" enthielten. An den übrigen Zellen war keine Spur davon; das Nagelblatt unterschied sich nicht von der sonstigen Epidermis. In den nächsten Monaten sollen sich die Veränderungen darauf beschränken, „dass die angelegten Theile eine weitere Ausbildung erfahren". Auf Längsschnitten durch den Nagel eines 9·5 cm langen Foetus fand Brooke in dem bedeutend vertieften Nagelfalz einige Zellen, die tropfenartige Eleidinkörner enthielten. Weiter fiel hier die Dickenabnahme der Epidermislage des Nagelbettes auf und eine starke Verdickung derselben an dem vordersten Abschnitte des Nagels. Auf dem Längsschnitt von einem Praeparat aus dem sechsten Monat, bei dem der Nagel deutlich umgrenzt aber noch nicht besonders hart anzufühlen war, erstreckte sich vom Nagelfalz ausgehend eine Schicht von Zellen, welche nach der Fingerspitze hinzieht und ungefähr in der Hälfte des Nagels gegen den Falz an Dicke abnimmt. Diese Schicht soll für den Verhornungsprocess des Nagels von grosser Bedeutung sein wegen ihres Gehalts an Eleidinkörnern, die sich von denen der Epidermis durch ihre Grösse auszeichneten.[1] Beim Neugeborenen sah Brooke die Hornschicht („das ist die Zellenlage mit der oben beschriebenen Metamorphose der Elemente, welche zur Verhornung führt") bis nahe zu der Spitze des Nagels hinreichen.

Eigene Untersuchungen.[2]

Wie ich früher mitgetheilt habe, finden sich an den Fingern und Zehen von jungen menschlichen Foeten, die etwa ein Alter von neun bis zehn Wochen hatten, endständig sitzende kleine hügelige Hervorwölbungen, welche eine ringsherumziehende seichte Einbuchtung gegen die Nachbarschaft abgrenzte. Bei etwas älteren Foeten liessen sich an den Fingern sowohl wie an den Zehen schon bei Lupenvergrösserung Stellen erkennen,

---

embryologischen Institut der k. k. Universität in Wien von Schenk. Wien 1883. Bd. II. Hft. 3. S. 159—168.

[1] Für die härteren Horngebilde ist die Bildung aus Zellen mit grösseren Eleidinkörnchen durch Zabludowski (Der Verhornungsprocess während des Embryonallebens. Schenk's *Mittheilungen aus dem embryologischen Institut zu Wien.* Wien 1880. Bd. II. Hft. 1. S. 65—75) am Schnabel von Vogelembryonen und der Klaue von Schweineembryonen nachgewiesen worden.

[2] Ueber die vorliegenden Untersuchungen habe ich bereits am 10. Januar 1885 in dem biologischen Verein zu Königsberg i. Pr. kurz berichtet.

die man ohne weiteres als Nagelgrübchen bezeichnen konnte, welche ebenfalls nahezu endständig lagen und durch eine ringförmige Einbuchtung gegen die Umgebung sich absetzten. Ich gab ihnen den Namen „primären Nagelgrund“[1] einmal der Kürze des Ausdrucks wegen, dann aber um anzudeuten, dass sie in Beziehung zur Nagelbildung ständen. Von diesem primären Nagelgrund, der also bei den jüngsten Foeten eine terminale Bildung ist, konnte ich nachweisen, dass er mit zunehmendem Alter und Wachsthum des Foetus mehr und mehr eine rein dorsale Lagerung annimmt. Ob in der ganzen Ausdehnung oder nur auf einem Theil desselben die Platte des definitiven Nagels entstehe, vermochte ich an den in jener Arbeit beschriebenen Foeten nicht zu eruiren. Da ich aber bereits einen Theil derjenigen Praeparate, auf welchen der gegenwärtige Aufsatz basirt, studirt hatte und zur Ansicht gelangt war, dass ersteres wohl nicht der Fall sei, so wählte ich nicht die Bezeichnung „foetales oder primitives Nagelbett“, was doch nahe gelegen hätte, sondern „primärer Nagelgrund“. Ich hebe dies ausdrücklich hervor, weil Gegenbaur[2] aus meiner Arbeit den Eindruck gewonnen hat, dass ich den ganzen primären Nagelgrund als Ursprungsstätte der Nagelplatte betrachte. Die Veranlassung dazu hat wohl hauptsächlich meine in ihrer Richtigkeit von Gegenbaur bestrittene Angabe, dass in der Thierreihe eine Wanderung der „Nägel“ aus einer terminalen in eine dorsale Stellung erfolgt, gegeben. Was ich nachzuweisen wünschte, war, „dass die von den Nervi digitales volares und plantares versorgten Abschnitte auf der dorsalen Finger- und Zehenoberfläche eine Lageveränderung von der volaren bez. plantaren Fläche durchgemacht haben“.[3] Nach Gegenbaur's Ansicht umfasst mein primärer Nagelgrund nicht bloss die Anlage der Nagelplatte oder des Nagelbettes, sondern auch noch den „Nagelsaum“, ein dem „Sohlenhorn“ der Hufthiere entsprechendes stark reducirtes Gebilde, das Boas[4] am Nagel der Primaten nachgewiesen hat. Es findet sich dasselbe beim erwachsenen Menschen am Uebergange des Nagelbettes in die mit regelmässigen parallelen Furchen versehene Haut der Fingerbeere.

Bei der jüngsten der von mir untersuchten Früchte war weder irgend eine Spur von dieser Trennung noch überhaupt ein Unterschied im Bau des primären Nagelgrundes und der benachbarten Epidermis zu entdecken. Doch schon sehr früh treten Differenzen auf. So maass beispielsweise

[1] A. a. O. S. 127.

[2] C. Gegenbaur, Zur Morphologie des Nagels. *Morphologisches Jahrbuch.* 1885. Bd. X. S. 465—479.

[3] A. a. O. S. 143.

[4] J. E. V. Boas, Ein Beitrag zur Morphologie der Nägel, Krallen, Hufe und Klauen der Säugethiere. *Morphologisches Jahrbuch.* 1884. Bd. IX. S. 389—400.

bereits bei einem neun Wochen alten[1] Foetus die Oberhaut des Fingers in der Höhe der Mittelphalanx auf der Rückenfläche 0·0204 mm, auf der Beugeseite 0·0255 mm, während sie an der Spitze 0·0306 mm dick war.

Die Zehen desselben Foetus waren noch von einer überall gleich dicken Epidermis bekleidet, die sich aus drei Zellenlagen zusammensetzte. Zu unterst lagen cubische Epithelien mit grossem runden Kern, der durch Alauncarmin dunkelroth tingirt wurde. Darüber fand sich eine Reihe ein wenig abgeplatteter Zellen, durch einen stark glänzenden Contur ausgezeichnet; ihr Kern färbte sich weniger intensiv als derjenige der cubischen Zellen. Zwei Zellen der untersten Schicht lagen durchschnittlich unter je einer der mittleren. Die Epidermis schlossen nach aussen zu Schüppchen abgeplattete Zellen ab, an welchen vor allem die Schrumpfung und Abplattung des Kerns und eine nach Anwendung von Alauncarmin ganz besonders dunkele Färbung desselben in die Augen fiel. Die Oberhaut der Finger von demselben Foetus unterschied sich von der der Zehen dadurch, dass auf dem primären Nagelgrund und auf der Volarseite die mittlere Schicht aus zwei Reihen von Zellen bestand, während sie auf der Dorsalfläche ebenso wie an den Zehen gebaut war. Die Entwickelung ist demnach bei demselben Individuum an den Fingern weiter vorgeschritten als an den Zehen und das Gleiche tritt auch bei allen weiteren histologischen Differenzirungen zu Tage. In diesem Sinne ist es auch als etwas Vorgeschrittneres anzusehen, dass während an den Zehen des besprochenen neunwöchentlichen Foetus die an die Cutis grenzende Zellage durchweg cubische Epithelien zeigte, an den Fingern letztere sich nur im Gebiet des primären Nagelgrundes und auf der Rückenfläche fanden, auf der Volarseite dagegen durch deutlich cylindrische Zellen ersetzt wurden. Entsprechend dem stärkeren Flächenwachsthum der Epidermis auf der Volarseite, als deren Ausdruck ja die Abplattung der Zellen gegeneinander und ihre daraus sich ergebende Cylinderform aufzufassen ist, liegt denn auch der primäre Nagelgrund der Finger mehr als der der Zehen der definitiven dorsalen Lage genähert.

Praeparate von älteren Foeten bis zur 14. Woche geben im Wesentlichen das gleiche Bild.

Erwähnen will ich, dass bei einem circa 13 Wochen alten Foetus an den Fingern die cubischen Zellen des primären Nagelgrundes und der Dorsalfläche in unmittelbarer Nachbarschaft des Nagelfalzes — der bis dahin als ein seichtes Grübchen sich darstellte, nun aber sich in die Cutis

---

[1] Das Alter der Früchte wurde nach den Angaben von Toldt (Ueber die Altersbestimmung menschlicher Embryonen. *Prager medicinische Wochenschrift.* 1879) bestimmt.

tiefer einzusenken beginnt — cylindrischen Zellen Platz machen. Bis zum Ende des fünften Monats hin habe ich es verfolgt, dass die zunehmende Vertiefung des Nagelfalzes auf eine Oberflächenvergrösserung der Epidermis zurückzuführen ist: immer zeigten im Grunde des Falzes die tiefsten Zellen cylindrische Gestalt, weiter weg von dieser Stelle waren die Epithelien cubisch.

Wie bei dem neun Wochen alten Foetus bilden auch bei älteren Früchten zu Schüppchen abgeplattete Zellen die freie Oberfläche der Epidermis. Die scharfe Grenzlinie, die sie anfangs nach aussen bilden, wird in späteren Entwickelungsstadien dadurch mehr oder minder verwischt, dass zwischen ihnen hindurch eigenthümliche zellige Elemente hervortreten und der Oberfläche der Haut fest anhaften oder locker aufliegen. An einzelnen Punkten kann man mächtige Anhäufungen dieser Gebilde sehen, an anderen Stellen finden sie sich nur vereinzelt und in grösseren Abständen auf der sonst scharf begrenzten Epidermis.

Zum ersten Male zeigte sich dies in guter Ausbildung bei einem etwa 13 Wochen alten Foetus; die letzten Spuren davon sah ich bei 19 bis 20 Wochen alten Foeten.

Die folgende Beschreibung des Medianschnittes durch den Daumen eines Foetus der 14. Woche möge die Verhältnisse genauer illustriren. Die Epidermis der Dorsalfläche ist von einer dreifachen Zellenlage gebildet. Zu unterst liegen cubische Epithelien, darüber grosse, ein wenig abgeplattete, zum Schluss reihen sich stark abgeplattete aneinander. Auf letzteren finden sich nun in unregelmässigen Abständen die fraglichen Zellen. Bald liegen sie zu zwei bis drei nebeneinander, dann fehlen sie für eine kürzere oder längere Strecke, so dass einzelne aber auch fünf oder sechs der oberflächlichen platten Epithelien von ihnen unbedeckt bleiben, bald treten sie dann wieder in Ein- oder Mehrzahl auf. So wechseln bald grössere, bald kleinere Abschnitte, die nicht von diesen Zellen bedeckt sind und sich nach aussen scharflinig abgrenzen, mit solchen, wo die Zellen die scharfe Begrenzung der Epidermis mehr oder weniger vollständig verwischen. Das Bild ist demnach ein sehr unregelmässiges. Im Bereich des primären Nagelgrundes ist die Anzahl der Zellen, welche der Oberfläche auflagern in der Nähe des Falzes nur eine geringe, nimmt aber gegen die Fingerspitze hin mehr und mehr zu. Denkt man sich den primären Nagelgrund in vier gleiche Theile getheilt, so bemerkt man an der Grenze des dritten und vierten (wenn man vom Falz aus zählt) eine leichte Einbuchtung der Epidermis gegen die Cutis hin, durch welche die gleichmässige Krümmung des primären Nagelgrundes eine Unterbrechung erleidet. Hier liegen in der untersten Lage cylindrische Zellen, während in der ganzen sonstigen Ausdehnung des primären Nagelgrundes deren Gestalt deutlich cubisch ist. Auf dem ganzen primären Nagelgrund mit Ausnahme dieser Stelle sind grössere, ein wenig

abgeplattete Zellen darüber in vier Reihen angeordnet, hier aber fehlt jede Regelmässigkeit der Anordnung und ausserdem ist die Schicht beträchtlich verdünnt, so dass auch an der Oberfläche der Epidermis eine Einbuchtung bemerkbar wird. Ueber derselben aber haben die fraglichen zelligen Gebilde unregelmässig gestaltete und geordnete Haufen erzeugt; nirgends sonst am Finger kamen sie in solcher Massenhaftigkeit vor.

Auf der Volarfläche trifft man die auflagernden Zellen zwar nicht in der Menge an wie hier, doch weit zahlreicher wie auf der dorsalen Seite, so dass vielfach benachbarte Zellen sich gegen einander abplatten. Partien, wo die Oberfläche der Epidermis in der Ausdehnung von mehreren Zellenlängen ganz frei ist, kommen an der Fingerbeere kaum vor, weiter proximalwärts dagegen häufiger und es war dann leicht die scharfe Begrenzung zu erkennen, die durch die oberste abgeflachte Zellschicht bedingt war.

Dass es sich nicht um eine die Unebenheit der Epidermisoberfläche bedingende ungenügende Conservirung handelte, dürfte durch den Umstand, dass das geschilderte Verhalten bei einer grösseren Zahl von Foeten aus der betreffenden Periode sich regelmässig zeigte, erwiesen sein.

Betrachtet man einschlägige Präparate genauer, so kann man ohne Schwierigkeit beobachten, wie an einzelnen Stellen zwischen den oberflächlichen platten Zellen der Epidermis sich Zellen gleichsam durchdrängen. Bald sieht man eine Zelle mit ihrem flach gewölbten Leib ein wenig die Oberfläche überragen; eine Strecke davon findet sich eine stärkere Hervorbuckelung; man wird das Präparat meistens nicht weit unter dem Mikroskop zu verschieben nöthig haben, um gelegentlich eine Zelle anzutreffen, die schon fast aus dem Verband der Epidermis ausgeschieden ist: sie hängt wohl noch mit einem grösseren Abschnitt fest, bald ist jedoch der Zusammenhang bis auf eine schmale Substanzbrücke reducirt und nun liegt die Zelle frei auf der Oberhaut. Diese verschiedenen Bilder neben einander sprechen zweifelsohne dafür, dass aus der foetalen Epidermis Zellen austreten.

Ich bin nun geneigt anzunehmen, dass diese ausscheidenden Zellen Epidermis-Epithelien sind. Ihr ganzer Habitus spricht dafür. Ebenso wie die Zellen der mittleren Epidermisschicht sind sie hell, von einer starren, stark glänzenden Hülle umgeben und besitzen anfangs einen grossen kreisrunden oder ovalen Kern, der sich nach Carminbehandlung deutlich roth färbt. Dass der Kern vielfach fehlt, ist vielleicht als Folge davon aufzufassen, dass die Zelle, einmal aus dem Zellverband ausgeschieden, nicht mehr ernährt wird. Man findet dann auch verschiedene Stadien des Kernzerfalles, schliesslich einen vollkommenen Schwund.

Neben mehr oder weniger unregelmässigen Formen beobachtet man in der Hauptsache blasig aufgetriebene kugelige Zellen. Sie sind zweifellos auf eine einfache Quellung zurückzuführen, welche die nicht mehr ernährten

und darum widerstandslosen Zellen in dem Fruchtwasser erleiden. Dass diese Zellen von den Epidermis-Epithelien entstammen ist auch darum wahrscheinlich, weil die eben frei gewordenen Zellen und diejenigen aus der mittleren Schicht der Oberhaut die gleiche Grösse haben. Gegen die Annahme, dass es sich um Wanderzellen handele, ist vor allem die Grössendifferenz hervorzuheben: Eine mittelgrosse, mit völlig erhaltenem Kern versehene Zelle von rein ovaler Form war 0·0204 mm lang und 0·0119 mm breit, der Kern war 0·0085 mm lang und 0·0051 breit, während nach Kölliker[1] ein weisses Blutkörperchen beim menschlichen Foetus 3·3—13·5 μ misst.

Eine Erklärung dafür, dass die Zellen an den verschiedenen Punkten sich nicht in gleicher Häufigkeit finden, dürfte vielleicht in dem verschieden starken Flächenwachsthum der betreffenden Abschnitte zu suchen sein.

Bekanntlich findet im späteren Foetalleben eine beständige Abschuppung an der Oberfläche der Epidermis statt.[2] Möglicherweise ist dieser Process dem eben geschilderten Vorgang des Austretens von Zellen aus der Oberhaut gleichzustellen, Es würde sich dann in beiden Fällen um eine Beseitigung unbrauchbar gewordenen Materials handeln. Die Ausstossung von relativ gut erhaltenen Zellen würde als der zeitlich früher auftretende Modus anzusehen sein. Eine scharfe Trennung der beiden Formen existirt darum nicht, weil die Epidermis der Finger und Zehen nicht zu einem Zeitpunkte in der ganzen Ausdehnung die gleich zu schildernde Umgestaltung ihrer oberflächlichsten Zelllage erfährt. Die abgeplatteten, an der Oberfläche gelegenen Zellen sind, wie mehrfach erwähnt, vorerst als gesonderte Zellindividuen mit Leichtigkeit zu erkennen. Von dem Augenblick an, wo ihre gegenseitige Abgrenzung so undeutlich wird, dass man sie selbst bei stärksten Vergrösserungen nicht zu erkennen vermag, wo sie sich also in eine continuirliche Begrenzungsschicht umwandeln, nimmt das Hervortreten von Zellen ein Ende. Ich konnte dies zum ersten Mal an den Zehen eines 15—16 Wochen alten Foetus beobachten, wo die Metamorphose den distalen und mittleren Abschnitt des primären Nagelgrundes betraf. Auf dem durch eine deutlich ausgeprägte Furche gegen die Plantarfläche (welche die erste Andeutung von Papillenbildung erkennen lässt) abgegrenzten primären Nagelgrund lassen sich wiederum zwei Regionen unterscheiden. Auf der Grenze zwischen drittem und viertem Viertel vom Falz aus gerechnet erleidet die sonst gleichmässig bogenförmige Krümmung des primären Nagelgrundes eine Unterbrechung dadurch, dass die Epidermis gegen die Cutis eine leichte Verwölbung erzeugt, welche

[1] Kölliker, *Gewebelehre.* V. Aufl. S. 637.

[2] Kölliker, *Entwickelungsgeschichte.* II. Aufl. S. 771.

etwas deutlicher noch dadurch wird, dass zu beiden Seiten derselben die Cutis die Epidermis ganz wenig nach aussen vordrängt. Hier findet sich eine kleine Anhäufung jener aus der Oberhaut ausgeschiedenen Zellen. Nach dem Falz zu ist der primäre Nagelgrund nur noch eine kurze Strecke weit von diesen bedeckt; nach der anderen Seite hin dagegen liegen sie dicht neben einander bis zur Grenzfurche gegen die Plantarfläche und noch ein wenig darüber hinaus, weiterhin nur in grösseren Abständen. In der Nachbarschaft des Falzes und in dem proximalen Viertel des primären Nagelgrundes vermochte ich die an der Oberfläche gelegenen, von den jüngeren Foeten her bekannten flachen schüppchenartigen Zellen mit Hilfe starker Immmersionssysteme als von einander getrennte Zellen zu erkennen. Weiter distalwärts aber hörte das auf. Statt der einzelnen Zellen sah ich einen stark glänzenden homogenen Streifen, der in bestimmten Abständen die stäbchenförmig geschrumpften Kerne enthielt. Zunächst lagen die Kernrudimente in einfacher Reihe, dann trat eine zweite Reihe auf und gleichzeitig verdickte sich der glänzende homogene Streifen. An der Stelle, wo der primäre Nagelgrund eine Unterbrechung seiner gleichmässigen Krümmung erkennen liess, erreichte der homogene Streifen seine grösste Dicke. Ausserordentlich dicht neben einander und in zwei- bis dreifachen Parallelreihen über einander lagen hier die stäbchenförmigen Kernreste. Auch mit den dort der Epidermis aufliegenden, aus ihr ausgeschiedenen Zellen schien der homogene Streifen verschmolzen, wenigstens gelang mir mit stärksten Systemen keine Trennung. Ueber diese Stelle hinaus zog dann der Streif, höchstens um ein ganz geringer dünner, bis zur Grenzfurche gegen die Plantarfläche, an seiner freien Fläche ebenfalls von den ausgeschiedenen Zellen nicht scharf abgrenzbar. In diesem proximalen Abschnitt lagen die Kernrudimente in zwei Parallelreihen angeordnet.

Dass die stark glänzende, zusammenhängende, homogen aussehende Schicht, welche die Mitte und den distalen Theil des primären Nagelgrundes bedeckte, wirklich aus einer Verschmelzung jener platten Zellschüppchen entstanden ist, wird, wenn auch an sehr feinen (5 μ) Schnitten selbst mit den stärksten Vergrösserungen keine Spur der alten Grenzlinien aufzufinden war, dennoch wahrscheinlich gemacht dadurch, dass sich die vorerst noch in ihr erhaltenen Rudimente der Kerne in Abständen, die denen an den gesonderten Zellschüppchen entsprechen, finden. Dass mit dieser Verschmelzung innere Umgestaltungen der platten, an der Epidermisoberfläche gelegenen Zellen Hand in Hand gehen, erscheint nach dem eigenthümlich glänzenden homogenen Aussehen und dem starken Lichtbrechungsvermögen der Schicht schon an und für sich plausibel, wird aber durch gewisse charakteristische Farbenreactionen zur Bestimmtheit erhoben. Lässt man eine wässerige einprocentige Lösung von Methylorange (aus der Fabrik von

Trommsdorff in Erfurt) eine halbe Stunde oder zweckmässig noch länger auf einen Schnitt einwirken, so wird dieser durchweg gelb gefärbt, besonders intensiv aber die Begrenzungsschicht. (Ich will der Kürze halber diese nichts praejudicirende Bezeichnung fortan anwenden für die durch ihr glänzendes homogenes Aussehen und durch verschiedene Farbenreactionen charakterisirte, aus einer Verschmelzung der platten Zellen an der Epidermisoberfläche entstehende Schicht anwenden.) Absoluter Alkohol entfärbt den Schnitt allmählich vollkommen. Am längsten wird die Farbe von der Begrenzungschicht zurückgehalten. Combinirt man mit dieser Tinction noch eine reine Kernfärbung durch Alauncarmin, so erhält man bei rechtzeitigem Abschluss der Extraction durch Alkohol sehr instructive Bilder. Während die Epidermiszellen ungefärbt bleiben und die violette Alauncarminfarbe annehmen, zeigen sich die Begrenzungsschicht mehr oder weniger intensiv gelb und die in ihr liegenden Kernreste bismarkbraun. Bequemer ist folgende Methode: Eine einprocentige wässerige Lösung von Methyleosin (aus derselben Fabrik) färbt in wenigen Augenblicken dünne Schnitte prächtig roth. Die Zellkerne, in höherem Grade aber noch die Begrenzungsschicht, nehmen einen dunkleren Ton an. Ohne Schaden kann man die Praeparate selbst Tage lang in der Lösung belassen; starker Alkohol extrahirt immer die Farbe bis zu einem gewissen Grade. Es besitzen die Körper der Epidermiszellen alsdann einen schwach röthlichen Hauch, die Kerne zeigen ein mattes etwas in's Bläuliche spielendes Roth, die Begrenzungsschicht aber ist glänzend purpurroth gefärbt. Die schönsten und lehrreichsten Bilder lieferte das von Weigert[1] für die Untersuchung des Centralnervensystems und von Michelson[2] für dermatologische Zwecke empfohlene Säurefuchsin. In der concentrirten wässerigen Lösung des Farbstoffs liess ich die Schnitte mehrere Stunden, legte sie darauf in Brunnenwasser und, wenn keine Farbenwolken sich mehr bildeten, in die vorgeschriebene alkoholische Kalihydratlösung. Die einzige Schwierigkeit der Methode, die man aber bald überwinden lernt, ist den Moment abzupassen, wenn die entfärbten Schnitte wiederum in Brunnenwasser gebracht sich nicht von Neuem roth färben. Solche Praeparate müssen nochmals zuerst mit Wasser und dann mit Kalialkohol extrahirt werden. Gelungene Praeparate werden in destillirtem Wasser ausgespült und dann in gewöhnlicher Weise in Balsam eingebettet. Als gelungen erachtete ich die Färbung, wenn nur die Begrenzungsschicht intensiv, und zwar in einem dunkeln glänzenden Burgunderroth, gefärbt war. Die Kerne der schwach röthlich tingirten Epidermis-

[1] C. Weigert, Ueber eine neue Untersuchungsmethode des Centralnervensystems. *Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften.* 1882. S. 753—757. 772—774 u. 819.

[2] P. Michelson, Ueber die Säurefuchsinfärbung für dermatologische Zwecke. *Monatshefte für praktische Dermatologie.* 1883. Nr. 12.

zellen haben dabei eine etwas verwaschene bläulich-rothe Farbe angenommen. Wirkt das Wasser oder der Kalialkohol zu lange auf die Schnitte ein, so wird schliesslich das Säurefuchsin vollständig ausgezogen.

Während nun durch die genannten Farbstoffe die platten Zellen an der Oberfläche der Epidermis, solange sie gegen einander noch abgrenzbar sind, nicht different resp. intensiv gefärbt werden, geschieht dieses sowie sie mit einander verschmelzen.

Praeparate, die von den Zehen eines 17 Wochen alten Foetus gefertigt waren, zeigten die Grenze des primären Nagelgrundes gegen die Beere nicht so deutlich wie das bisher der Fall war. Ich möchte dafür die Stelle halten, wo die Epidermis eine seichte Einbuchtung erkennen lässt und von wo ab sich die jetzt schon gut ausgebildeten Papillen finden. Der primäre Nagelgrund zerfiel in zwei Abschnitte, von denen der gegen den Nagelfalz liegende eine ziemlich regelmässige bogenförmige Begrenzung hatte; der distale etwa gleich grosse dagegen ist unregelmässig gestaltet, besonders auf der Aussenfläche und senkt sich als stumpfer Winkel von etwa 135° in die Cutis ein. Dieser Winkel wird auf der Oberfläche fast vollständig ausgeglichen durch eine reichliche Ansammlung von den oben geschilderten stark metamorphosirten ausgeschiedenen Zellen. Auf der Plantarfläche hatte die Epidermis über dem Metatarsus eine Dicke von 0·0520 mm, an der Beere von 0·0728 mm. Die Dorsalfläche war über dem Metatarsus mit einer 0·0260 mm dicken Oberhaut bekleidet, die sich allmählich bis zum Nagelfalz hin bis auf 0·0364 mm verstärkte. Der an den Falz angrenzende Theil des primären Nagelgrundes war 0·0390 mm dick; wo der distale und proximale Abschnitt desselben zusammenstossen, betrug seine Dicke 0·0468 und wo der distale Abschnitt in die Beere übergeht 0·0884 mm. Es sind demnach die beiden Hälften des primären Nagelgrundes von sehr verschiedener Dicke. Die Begrenzungsschicht erreicht bereits den Nagelwall. In dem Grenzgebiet zwischen proximalem und distalem Abschnitt des primären Nagelgrundes ist sie unregelmässig abgegrenzt, besonders nach aussen hin gegen die hier auflagernden aus der Epidermis ausgeschiedenen Zellen. In dem proximalen Abschnitt des primären Nagelgrundes dagegen erscheint sie bei schwacher Vergrösserung scharf begrenzt, so dass ihre Dicke bestimmt werden kann. Dieselbe beträgt an der am stärksten ausgebildeten Stelle 0·0078 mm, in der Nähe des Falzes, kurz vor ihrem Ende, 0·0026 mm. Von den stäbchenförmigen Kernrudimenten, die früher in grosser Zahl in der Begrenzungsschicht vorkamen, ist nichts mehr zu finden. Hin und wieder trifft man aber in derselben kleine kreisrunde Kernreste, die besonders da, wo in dem distalen Abschnitt des primären Nagelgrundes sich die Anhäufungen der ausgeschiedenen, metamorphosirten Zellen vorfinden, sehr zahlreich sind.

Als ich feine Schnitte, die nach den vorher mitgetheilten Methoden gefärbt waren, mit starken Systemen studirte, beobachtete ich zunächst, dass die Begrenzungsschicht durchaus keine so scharflinige Abgrenzung gegen die unter ihr liegenden Zellen besitzt, wie es bei oberflächlicher Betrachtung den Anschein hatte. Es treten nämlich in einzelnen dieser Zellen grössere und kleinere stark lichtbrechende und lebhaft glänzend wie die Begrenzungsschicht tingirte Körnchen in solcher Zahl auf, dass man sie nicht mehr sicher von einander und von der Begrenzungsschicht zu trennen im Stande ist. Ferner konnte ich hin und wieder beobachten, wie die Begrenzungsschicht gegen das dem Nagelfalz zugekehrte Ende von einer dieser Zellen vorsprang und es gabelförmig umfasste. An ungefärbten Praeparaten besass dieser Vorsprung dasselbe homogene, glänzende Aussehen, an gefärbten die gleiche brillante Tinction wie die Begrenzungsschicht, muss daher als ihr zugehörig angesehen werden. In einzelnen Fällen sah ich dann diesen gabelförmigen Fortsatz sich in eine Reihe der geschilderten Körnchen auflösen, welche in der Peripherie der umfassten Zelle gelegen waren. Andere Zellen wieder, die Körnchen nur in spärlicher Zahl enthalten, erzeugen mit ihrer nach aussen gerichteten gewölbten Fläche in der Begrenzungsschicht eine Einbuchtung.

Bevor ich Genaueres über diese körnchenhaltigen Zellen und ihre Beziehungen zu der Begrenzungsschicht mittheile, muss ich jedoch erst eingehender die Zusammensetzung des primären Nagelgrundes schildern. Zunächst bespreche ich den proximalen Abschnitt, der sich von dem distalen different verhält.

In seiner ganzen Ausdehnung liegt direct auf der Cutis eine Schicht cubischer Zellen mit grossem Kern. Darauf folgen nach aussen vier bis fünf Lagen etwas abgeplatteter Zellen, die ebenfalls einen grossen runden oder ovalen Kern, der aber schwächer tingirt wird, besitzen. In der distalen Hälfte dieser Abschnitte sind diese Zellen alle völlig gleich gebaut; höchstens könnte man anführen, dass die oberflächlichen vielleicht ein wenig mehr abgeplattet sind als die tiefer gelegenen. Das Protoplasma ihrer Zellkörper ist fein granulirt und wird durch die angeführten Farbstoffe schwach tingirt, aber um eine Nuance dunkler als die entsprechenden Zellen in der Epidermis der Beugefläche. Gleichartige Zellen liegen in der proximalen Hälfte dieses Abschnitts in ein bis zwei Reihen den cubischen Epithelien auf. Darüber folgen dann aber in drei Schichten ganz wasserklare, wie blasig aufgetrieben erscheinende Zellen, die sich vor allem durch ihre Grösse auszeichnen. Eine mittelgrosse Zelle war 0.0182 ^{mm} lang und 0.0078 ^{mm} breit, eine der granulirten und sich färbenden aus der distalen Hälfte dieses Abschnittes war 0.0130 ^{mm} lang und 0.0052 ^{mm} breit. Der Kern dieser blassen Zellen war gross und völlig oder nahezu kreisrund. Zwischen den grossen

hellen und den kleineren granulirten Zellen liegen Zwischenformen. Wenn darum auch scharfe Grenzen für das Gebiet der hellen Zellen nicht zu ziehen sind, so hob sich dies dennoch bei mittelstarken Vergrösserungen durch die Farbendifferenz deutlich ab. Es zeigte sich, dass gegen die Begrenzungsschicht hin die Zahl der grossen hellen Zellen etwas zunimmt. Da nun wegen der grösseren Breite dieser Zellen im Bereiche derselben die Begrenzungsschicht ein wenig nach aussen hervorgewölbt ist, so könnte man das Gebiet der hellen grossen Zellen der Form nach mit einer Biconvexlinse vergleichen. Der Rest dieses Abschnittes, welcher an den Nagelfalz ausstösst, nimmt, wie die vorher angegebenen Maasse zeigen, etwas an Dicke ab, weil in ihm die grossen blassen Zellen fehlen und da die ihn constituirenden granulirten Zellen noch stärker abgeflacht sind als in den distalen Theilen. Der zweite an die Zehenbeere anstossende Abschnitt des primären Nagelgrundes besitzt in der untersten Lage cylindrische Zellen. Darüber liegen in fünf bis acht Reihen etwas abgeflachte, fein granulirte Zellen, die um so schwächer gefärbt werden, je näher sie der plantaren Epidermis liegen, während nach der anderen Seite ein allmählicher Uebergang zu den eine Spur dunkler sich tingirenden Zellen des vorher beschriebenen Abschnittes des primären Nagelgrundes besteht. Während die Zellen der entsprechenden Schicht in der Oberhaut der Dorsalfläche, der Plantarfläche und in dem dieser benachbarten Theil von dem distalen Abschnitt des primären Nagelgrundes deutliche gut ausgebildete Stacheln tragen, sind diese auf dem ganzen übrigen primären Nagelgrund weniger stark entwickelt. An den grossen hellen Zellen vermochte ich sie überhaupt nicht mit Sicherheit nachzuweisen. Sie schienen von einem stark glänzenden homogenen Contur begrenzt.

Auf diese in den einzelnen Regionen des primären Nagelgrundes verschieden gestaltete mittlere Schicht folgen dann die mit Körnchen angefüllten Zellen, die, wie erwähnt, nicht überall sich scharf von der Begrenzungsschicht absetzen.

In dem distalen Abschnitt des primären Nagelgrundes enthalten diese Zellen nur ganz kleine Körnchen. Dieselben treten an der Peripherie der Zellen auf und lassen das Centrum frei, so dass der Kern deutlich zu erkennen ist. Nähert man sich den mehr proximalwärts gelegenen Partien des primären Nagelgrundes, so treten in diesen Zellen neben den unmessbar kleinen Körnchen auch grössere auf, ja solche, welche die Grösse der Zellkerne erreichen. Ich fand Körnchen von 0.0039 ^{mm} Durchmesser.

In dem Abschnitt, wo in der mittleren Schicht des primären Nagelgrundes die grossen klaren Zellen beschrieben wurden, zeichneten sich auch die der Grenzschicht anliegenden Zellen durch ihre Grösse und klaren Inhalt aus. Sie machten den Eindruck als wenn sie aufgequollen wären. In

ihnen nun kommen in der Hauptsache die grösseren Körnchen vor, die meist in spärlicher Anzahl vorhanden sind. Eine solche Zelle enthielt nur drei grössere, nach Färbung mit Säurefuchsin wie Oeltropfen glänzende Körnchen. In den meisten Zellen aber fanden sich neben einzelnen grösseren eine beträchtliche Zahl kleinerer und kleinster Granula. Mit dem Dünnerwerden der Begrenzungsschicht gegen den Nagelfalz und die Zehenbeere hin verschwinden die Körnchen enthaltenden Zellen.

In dem distalen Theil des proximalen Abschnittes des primären Nagelgrundes sah ich, zunächst an Praeparaten, bei denen durch Alauncarmin eine reine Kernfärbung erzielt war, wie einige neben einander liegende körnchenhaltige Zellen sich mit ihren zugespitzten Enden zu kürzeren und längeren Zellketten vereinten, in denen die gut conservirten ovalen Kerne spindelförmige Anschwellungen erzeugten. Von einer Grenze der Zellen gegen einander war nichts nachzuweisen. Diese Körnchenketten verschmolzen an ihrem gegen den Nagelfalz hin gerichteten Ende mit der Begrenzungsschicht, indem die Körnchen so dicht an einander zu liegen kommen, dass man sie nicht mehr von einander zu sondern vermag. Ein wenig weiter proximalwärts sah ich an geeigneten Praeparaten auch noch eine zweite solche Körnchenkette sich in die Begrenzungsschicht einsenken und vorher habe ich bereits mitgetheilt, dass bisweilen ein gabelförmiger Ausläufer der Begrenzungsschicht eine körnchenhaltige Zelle an ihrem dem Nagelfalz zugekehrten Ende umfasst. Daraus geht hervor, dass die körnchenhaltigen Zellen nicht in der Richtung von innen nach aussen, sondern von distal und innen nach proximal und aussen mit der Begrenzungsschicht verschmelzen.

Um die Körnchen in den an die Begrenzungsschicht anstossenden Zellen deutlich zu machen, kann ich die vorher mitgetheilten Tinctionsmethoden als die besten empfehlen nach langdauernden Versuchen mit zahlreichen Farbstoffen und sonstigen Reagentien. Da ich bei jüngeren Foeten als den soeben geschilderten trotz eifrigster Bemühungen keine Spur von diesen körnchenhaltigen Zellen finden konnte und die Methode als eine sichere bezeichnen muss, weil sie sich auch bei allen älteren Stadien als wirksam erwies, so erübrigt nur die Annahme, dass vor der 17. Woche etwa des Intrauterinlebens die Körnerzellen noch nicht existiren.

Keine Spur einer Differencirung zeigte der Nagelfalz. Zwischen den der Cutis aufliegenden cubischen, im Grunde des Falzes mehr cylindrischen Zellen sind drei Lagen stark abgeplatteter spindelförmiger Zellen mit einem fein granulirten Protoplasma, grossem ovalen Kern und zum Theil recht deutlichen Stacheln vorhanden.

Ich habe vorher angegeben, dass an der Zehe dieses Foetus die Begrenzungsschicht sich bereits bis zum Nagelfalz ausdehnte. An den Fingern desselben Foetus konnte ich ein Weitergreifen des Differencirungsvorganges

beobachten. Es spaltet sich die Begrenzungsschicht über dem Nagelfalz in zwei Blätter, von denen das eine zwischen die Zellen des Falzes eindringt und den so entstehenden Nagelwall von unten her überzieht, während das andere auf der Streckseite gelegen ist und also die freie Fläche des Nagelwalls bedeckt. Correcter ausgedrückt handelt es sich aber eigentlich nicht um eine Spaltung der Begrenzungsschicht in zwei Blätter, vielmehr sind es zwei verschiedene Lamellen von denen die eine denn Nagelwall an seiner innern, die andere an seiner äussern Fläche bedeckt. Es wird nothwendig, hier einiges über den lamellösen Bau der Begrenzungsschicht nachzuholen, da derselbe schon an den vorher genauer geschilderten Zehen dieses Foetus deutlich erkennbar war. Bei dem etwa zwei Wochen jüngeren Foetus bestand die Schicht aus einer continuirlichen Lage, hervorgegangen aus der Verschmelzung der oberflächlichsten stark abgeplatteten Zellen; von einer lamellösen Anordnung der Begrenzungsschicht findet sich nicht einmal eine Andeutung, ebenso wie hier auch die körnchenhaltigen Zellen nicht nachzuweisen waren. Durch die Art, wie letztere mit der Begrenzungsschicht sich verbinden, glaube ich, wird die eigenthümliche lamellöse Anordnung dieser, die von nun an zu beobachten ist, erklärt. Ich habe bei der Beschreibung von Medianschnitten durch die Zehen des 17 Wochen alten Foetus darauf aufmerksam gemacht, dass die körnchenhaltigen Zellen nicht in der Richtung von innen nach aussen, sondern von distal und innen nach proximal und aussen mit der Begrenzungsschicht verschmelzen. Aus meiner dort gegebenen Schilderung, wie das geschieht, ging wohl schon hervor, was, wie ich gleich hervorheben will, durch Praeparate von älteren Foeten zur Gewissheit erhoben wurde, dass die Verschmelzung der Körnchen mit einander die Quelle für die Weiterentwickelung und das Wachsthum der Begrenzungsschicht abgiebt. Nothwendigerweise muss die eigenthümliche Masse, die so aus den Körnchen entsteht auch in der Richtung von distal und innen nach proximal und aussen liegen, d. h. die Begrenzungsschicht ist aus Lamellen zusammengesetzt, die nicht parallel der Cutis liegen, sondern in der angegebenen Weise verlaufen. Da die Bildung von der Stelle aus, wo die beiden Abschnitte des primären Nagelgrundes aneinanderstossen, gegen den Nagelfalz hin fortschreitet, so werden die äussersten und ältesten Schichten am weitesten gegen die Spitze des Fingers resp. der Zehe hin zu suchen sein. Der lamellöse Bau der über dem proximalen Abschnitt des primären Nagelgrundes gelegenen Begrenzungsschicht und die Verlaufsrichtung der einzelnen Lamellen ist mit Hilfe des Mikroskops nachzuweisen. An Praeparaten, die ein wenig gezerrt und misshandelt waren während der verschiedenen Manipulationen, die mit ihnen bei der Färbung vorgenommen worden waren, fanden sich hin und wieder leichte Continuitätstrennungen der Begrenzungs-

schicht zwischen den einzelnen Lamellen. In dem Theil der Begrenzungsschicht, welcher den distalen Abschnitt des primären Nagelgrundes bekleidete, konnte die lamellöse Structur nicht nachgewiesen werden.

An Medianschnitten durch die Zehen eines 18 Wochen alten Foetus fiel beim ersten Blick eine beträchtliche Verdickung der Begrenzungsschicht auf, da gelegen, wo der primäre Nagelgrund durch eine stumpfwinkelige Knickung in einen proximalen und einen distalen Abschnitt zerlegt wird. In dem proximalen können zwei Theile unterschieden werden, der eine bis zum Nagelwall, der andere bis zum Grunde des Falzes reichend. Jeder dieser Theile hat etwa eine gleiche Länge wie der distale Abschnitt. Letzterer wird durch eine flache Einbuchtung von der Zehenbeere getrennt. Seine Grenze gegen die Cutis erscheint leicht gewellt, hohe Papillen beginnen aber erst auf der Zehenbeere und finden sich auf der ganzen Plantarfläche, während sie auf der dorsalen Seite der Zehen völlig fehlen. Die untere und obere Fläche der Epidermis im Bereich des primären Nagelgrundes sind nirgends parallel. Am bedeutendsten ist die Gesammtdicke der Oberhaut dicht neben der Zehenbeere, wo sie 0·1170^{mm} beträgt, wovon auf die Begrenzungsschicht 0·0026^{mm} kommen. Da wo die 0·0260^{mm} messende Verdickung der letzteren die Grenze zwischen distalem und proximalem Abschnitt des primären Nagelgrundes angiebt, hat die Epidermis eine Mächtigkeit von 0·0910^{mm}, verdünnt sich dann aber schnell auf 0·0494^{mm}, wobei für die Begrenzungsschicht 0.0104^{mm} angerechnet wird, um sich endlich wieder allmählich zu verdicken bis auf 0·0780^{mm} einschliesslich der 9·0052^{mm} starken Begrenzungsschicht an dem freien Ende des Nagelwalls. Im Bereich des proximalen Abschnittes des primären Nagelgrundes liegen auf der Cutis cubische Epithelien, im Bereich des distalen cylindrische. Die nach aussen folgende Schicht besteht an der dünnsten Stelle aus vier, an der dicksten aus zehn Reihen von Zellen, die folgende Verschiedenheiten zeigen. In dem distalen Abschnitt stimmen sie völlig überein mit den Zellen aus der entsprechenden Schicht der Beugefläche; ihr Protoplasma ist fein granulirt, nimmt nach Färbung mit Methyleosin eine äusserst schwache röthliche Nuance an; ihr kreisrunder rother Kern färbt sich etwas intensiver; ihre gegenseitige Abgrenzung ist sehr scharf, weil die Stacheln gut ausgebildet sind. Unter der verdickten Partie der Begrenzungsschicht und im proximalen Abschnitt des primären Nagelgrundes fehlt den Zellen diese scharf ausgeprägte Stachelpanzerung. In dem letztgenannten Bezirk kommen zwei Arten von Zellen vor, einmal solche mit körnigem Protoplasma, das sich dunkler tingirt als in den Zellen der entsprechenden Schicht des distalen Abschnittes, und mit etwas verwischten Grenzen und dann die schon früher beschriebenen grossen, blassen, wasserklaren Zellen mit stark glänzendem homogenem Contur. Am Ende der Begrenzungsschicht, welche

tiefer in den Nagelfalz eingedrungen ist, so dass sie in der Ausdehnung von acht bis zehn Zellen den Nagelwall von unten her bedeckt, liegen die hellen Zellen in vier Lagen übereinander. Nach beiden Seiten hin vermindert sich die Zahl derselben bis auf eine, so dass das Gesammtgebiet der hellen Zellen wiederum ungefähr die Form einer Biconvexlinse hat. Proximalwärts vom Ende der Begrenzungsschicht dringen die hellen Zellen noch eine Strecke zwischen den granulirten Zellen des Nagelfalz vor, distalwärts kann man sie fast bis zur Mitte zwischen der Spitze des Nagelwalls und der verdickten Partie der Begrenzungsschicht verfolgen. Da wo das Gebiet der hellen Zellen seine bedeutendste Dickenausdehnung hat, also an der Stelle, wo die Begrenzungsschicht endigt, liegen einige ausserordentlich grosse und blasig aufgetriebene Zellen. Eine derselben hatte eine Länge von 0·0312 mm und eine Breite von 0·0110 mm. — Unter der verdickten Partie der Begrenzungsschicht und bis zu dem Punct, wo die ersten hellen Zellen auftreten, kommen die Zellen der anderen Art, die granulirten ausschliesslich vor und liegen weiterhin zwischen den hellen Zellen und den an die Cutis grenzenden Epithelien, um sich dann in zwei Lagen bis zum Grunde des Nagelfalzes fortzusetzen.

Das proximale Ende der Begrenzungsschicht wurde bereits angegeben; distalwärts zieht die Schicht, schnell sich verdünnend, über die Einbuchtung zwischen primärem Nagelgrund und Zehenbeere hinweg noch eine Strecke weit auf letzterer hin. In dieser ganzen Ausdehnung enthalten die an die Begrenzungsschicht anstossenden Zellen in grösserer oder geringerer Anzahl die stark glänzenden, durch Methylorange, Methyleosin, besonders aber durch Säurefuchsin in gleicher Intensität wie die Begrenzungsschicht gefärbten Körnchen.

Die Grösse derselben zeigte sich auch hier äusserst schwankend. Zwischen solchen von unmessbarer Kleinheit und 0·0052 mm im Durchmesser grossen kamen alle Uebergänge vor. Die kreisrunde Form war die vorherrschende, doch fanden sich auch ovale und ganz unregelmässig gestaltete Körnchen. Unter der verdickten Partie der Begrenzungsschicht waren zwei Reihen von Zellen mit kleinsten Körnchen erfüllt. In der unteren Schicht erschienen die Körnchen nur in einfacher Lage an der Peripherie, in der oberen Schicht sind sie viel zahlreicher, so dass sie den Kern oft vollkommen verdecken. In beiden Schichten berührten sich die benachbarten spindelförmigen Zellen, die ungefähr gleich gross und gleich stark abgeplattet wie die darunterliegenden körnchenfreien Zellen waren, mit ihren zugespitzten Enden. Die chromophilen Granula machten ihre gegenseitige Abgrenzung undeutlich und es entstand das von mir schon vorher von dem jüngeren Foetus beschriebene Bild von Körnchenketten mit spindelförmigen Anschwellungen. Auf der proximalen Seite des verdickten Theiles der Begrenzungsschicht verschmolzen die Körnchenketten mit dieser in der Rich-

tung von distal und innen nach proximal und aussen, ihr gegen die Zehenspitze gerichtetes Ende dagegen verlief der Oberfläche parallel. Indem nun hier die Granula in der oberflächlichsten Zellenlage zahlreicher werden, dichter aneinander rücken und schliesslich verschmelzen, entsteht eine neue Lamelle der Begrenzungsschicht, die demnach parallel der Oberfläche liegt. Da sich nun der Vorgang in der gleichen Weise wiederholt, so erscheint die Begrenzungsschicht in dem distalen Theil des primären Nagelgrundes aus Lamellen zusammengesetzt, welche alle parallel der Oberfläche gelegen sind. Jede neu sich bildende Lamelle rückt etwas weiter gegen die Zehenspitze vor, sodass die Begrenzungsschicht demnach an der Stelle, wo proximaler und distaler Theil des primären Nagelgrundes zusammenstossen, ihre grösste Dicke hat und von da aus gegen die Zehenspitze hin sich verdünnt. Auf dem proximalen Abschnitt des primären Nagelgrundes enthalten die Zellen unmittelbar unter der Begrenzungsschicht bis zu dem Punkte, wo die blassen Zellen aufzutreten beginnen, nur ausnahmsweise Körnchen, von da ab jedoch sind diese Zellen von kleinen und grossen Körnchen erfüllt, welche den charakteristischen Glanz und die grosse Affinität zu Säurefuchsin, Methyleosin etc. erkennen lassen. Diese körnchenhaltigen Zellen sind von den im distalen Theil des primären Nagelgrundes gelegenen, ausser durch das wasserklare Aussehen ihres Zellleibes, den stark glänzenden homogenen Contur besonders dadurch unterschieden, dass die Granula eine sehr beträchtliche Grösse erreichen können, so dass sie als ölartige, glänzende Tropfen von dem Umfange des Kerns erscheinen, und dass dieselben nicht an ihrer Peripherie allein, sondern im Innern des Zellleibes liegen. Confluiren die Granula, wie das an der gegen die Begrenzungsschicht hin gerichteten Seite der Zellen mit Leichtigkeit beobachtet werden kann, so gelingt es niemals im Innern der Zellen einen Kern oder Theile, welche nicht die chromophile Substanz enthalten, nachzuweisen. Mit anderen Worten: es wandeln sich die Zellen vollkommen in eine Masse um, welche mit den Körnchen und mit der Begrenzungsschicht die gleichen Eigenschaften besitzt. In dem Nagelfalz verjüngt sich die Begrenzungsschicht und endigt hier mit einigen Ausläufern, die sich wurzelartig zwischen grosse und kleine Körnchen einschliessende Zellen einsenken und sie an ihrem distalen Ende umfassen. Die Zellen der unteren Fläche des Nagelwalls, welche die Begrenzungsschicht berühren, enthalten nur kleine chromophile Granula, welche die Peripherie des Zellleibes einnehmen und deren Centrum freilassen, so dass der Kern deutlich hervortritt. Auf der Rückenfläche der Zehe findet sich die Begrenzungsschicht nur in nächster Nähe des Nagelfalzes, wo sie als ein feiner homogener Streif über vier bis fünf der flachen oberflächlichen Zellen hinzieht. In diesen Zellen sind Körnchen nicht nachweisbar. Die plantare Fläche der Zehe war in unmittelbarer Nachbarschaft des pri-

mären Nagelgrundes von der Begrenzungsschicht bedeckt. Dann wechselten Abschnitte in denen sie fehlte, mit solchen, wo sie in der ersten Anlage vorhanden war. Das letztere war beispielsweise der Fall etwa in der Höhe von der Spitze der Endphalanx, ferner in der Zehenbeuge unter der Mittelphalanx. An beiden Stellen konnten in dem homogenen Streifen, der hier die äusserste Epidermislage bildete, noch die Kernreste erkannt werden. Obgleich die charakteristischen Farbenreaction die Schicht deutlich hervorhoben, konnte in den anliegenden flachen Zellen keine Spur von den chromophilen Granulis nachgewiesen werden.

Die Beziehungen der Begrenzungsschicht zu den körnchenhaltigen Zellen waren am besten bei einem Foetus aus der ersten Hälfte des fünften Monats zu studiren. Ich habe versucht in den Figuren 1. 2. 3 einen Medianschnitt durch die fünfte Zehe dieser Foeten naturgetreu abzubilden. Figur 1 ist mit der Oberhäuser'schen Camera lucida unter Benutzung von System 2 von Hartnack gezeichnet. Der zwischen den Linien *a* und *b* gelegene Abschnitt ist in Fig. 2, der von den Linien *c* und *d* begrenzte Theil in Fig. 3 bei 590facher Vergrösserung wiedergegeben. (Zeiss: Wasser-Immersion I, Ocular 2.) In die mit dem Prisma entworfenen Bilder wurden die feineren Details bei Anwendung der homogenen Immersion $^{1}/_{12}$ Seibert und Krafft mit Ocular 0 eingezeichnet. Das Praeparat war in der vorhin angegebenen Weise mit Säurefuchsin gefärbt worden. Die Zellen der Epidermis zeigten einen ganz minimalen röthlichen Hauch, die Kerne hatten einen schwach bläulich-rothen Ton angenommen, nur die Begrenzungsschicht und die Körnchen in den benachbarten Zellen leuchteten in prächtigem dunkeln Burgunderroth. Wurde aus dem Abbe'schen Beleuchtungsapparat das Diaphragma entfernt oder ein solches mit sehr grosser Oeffnung eingefügt, so traten die intensiv tingirten Partieen ganz allein scharf hervor, während das Uebrige mehr oder weniger vollkommen verschwand. Hierdurch wurde es möglich gemacht, die Grösse und Gestalt der einzelnen Granula und ihre Lagebeziehungen untereinander und zu der Begrenzungsschicht auf's Genaueste zu bestimmen.

Das Uebersichtsbild Fig. 1 zeigt, dass der primäre Nagelgrund durch relativ sehr mächtige Einsenkungen der Epidermis in die Lederhaut begrenzt ist. Die Zehenbeere ist mit hohen Papillen ausgestattet. In der Nähe des primären Nagelgrundes hat die Epidermis eine Dicke von 0·045 resp. 0·0975 ^{mm}, je nachdem von der Spitze oder der Basis der Papillen an gemessen wird. Die Begrenzungsschicht mass ca. 0·009 ^{mm}. Die an den primären Nagelgrund anstossende Haut des Zehenrückens, an welcher die ersten Papillen und die Anlage der Schweissdrüsen sich zu markiren beginnen, ist 0·045 bis 0·060 ^{mm} dick, wovon etwa ein Zehntel auf die Begrenzungsschicht entfällt. Der primäre Nagelgrund ist von einer Epidermis-

lage überkleidet, welche in der Mitte des Gebietes am dünnsten ist, — 0·0675 mm, eingerechnet 0·0150 mm für die Begrenzungsschicht, — an der Spitze des Nagelwalls eine Dicke von 0·290 mm erreicht (die Begrenzungsschicht misst 0·0225 mm), gegen das distale Ende hin tief in die Lederhaut vordringt. In diesem distalen Abschnitt verdickt sich die Begrenzungsschicht bis auf in maximo 0·045 mm, jedoch findet sich eine auffällige, an allen Praeparaten nachweisbare Auflockerung derselben an ihrer dicksten Stelle, ein lamellöses Abblättern, das an einzelnen Praeparaten zu einer starken Reduction dieser Lage geführt hat.

Die unterste Zelllage der Epidermis der Zehenbeere und des Zehenrückens ist aus Zellen zusammengesetzt, deren Höhendurchmesser den Breitendurchmesser beträchtlich übertrifft, wie aus der gestreckt ovalen Form der Kerne erhellt. So gestaltete Kerne finden sich auch im distalen Abschnitt des primären Nagelgrundes und in der Tiefe des Nagelfalzes, während im Bereich des proximalen Abschnittes die Kerne weniger abgeflacht sind oder vollkommen rund erscheinen. Zwischen dieser untersten Zellenlage und der Begrenzungschicht liegen mehrere Schichten polyedrischer Zellen, die im distalen Theil des primären Nagelgrundes ebenso wie auf dem Rücken und an der Beere der Zehe einen deutlichen Stachelpanzer erkennen lassen, einen scharf sich von dem leicht granulirten Zellleib abhebenden kreisrunden Kern enthalten und gegen die äussere Oberfläche hin etwas platter werden. Die der Begrenzungsschicht direct anliegenden Zellen sind zum Theil mit chromophilen Granulis mehr oder weniger vollkommen erfüllt. Im proximalen Bezirk des primären Nagelgrundes folgen auf die der Lederhaut aufsitzende Schicht zunächst einige Lagen von Zellen, deren gegenseitige Abgrenzung ganz undeutlich ist, deren Kern aus dem stärker granulirten und sich leicht diffus färbenden Protoplasma nicht scharf hervortritt. An der in Fig. 1 mit * bezeichneten Stelle, der Grenze zwischen proximalem und distalem Theil des primären Nagelgrundes erreichen diese Zellen die Begrenzungsschicht. Weiter gegen den Nagelfalz hin und auch im vorderen Abschnitt desselben schieben sich zwischen beide Schichten die schon wiederholt beschriebenen grossen wasserklaren Zellen mit stark glänzendem homogenem Contur.

Die Beziehungen zwischen der Begrenzungsschicht und den körnchenhaltigen Zellen sind die nämlichen wie sie bereits für die jüngeren Foeten oben geschildert worden sind. Die Figuren 2 und 3 lassen erkennen, dass eine scharfe Sonderung beider nicht möglich ist. Die Anhäufung der Granula nimmt in den Zellen an der der Begrenzungsschicht zugewandten Seite derartig zu, dass schliesslich eine gleichartige mit den gleichen Eigenschaften wie die Begrenzungsschicht begabte Masse daraus hervorgeht, mit

anderen Worten, es fliessen die Granula zu der Begrenzungsschicht zusammen.

In dem distalen Abschnitt des primären Nagelgrundes, der an die Zehenbeere angrenzt, liegen die Körnchenzellen mit ihrem längsten Durchmesser parallel der freien Oberfläche regelmässig neben einander. Die Granula sind grösstentheils von unmessbarer Feinheit, meist kreisrunder Gestalt und erfüllen gleichmässig den peripheren Theil des Zellleibes. In manchen Zellen scheinen die Körnchen zu einer zusammenhängenden Hülle zu einer Art Zellmembran verschmolzen, die im optischen Querschnitt sich als mehr oder weniger vollständig geschlossener Ring darstellt. Indem ziemlich gleichzeitig in den eine Lage bildenden Zellen die Körnchen confluiren, erhält die Begrenzungsschicht eine der Oberfläche parallele Schichtung. An der Stelle, wo die Oberhaut sich stark verdickend in die Lederhaut vorspringt, finden sich zwei bis drei Lagen von Zellen, die mit Körnchen erfüllt sind. Die Menge und Grösse der Körnchen nimmt nach aussen hin zu. Wie aus den oben mitgetheilten Zahlen hervorgeht, reducirt sich die Dicke der Begrenzungsschicht im Bereiche der Zehenbeere auf etwa ein Fünftel. In der angrenzenden Zellenlage können nun zwar mit scharfen Vergrösserungen noch Granula, die durch eine grosse Affinität zu den verschiedenen oben erwähnten Farbstoffen characterisirt sind, nachgewiesen werden, immer aber zeichnen sie sich durch ihre minimale Grösse aus und dadurch, dass sie niemals zu jenen glänzenden membranartigen Bildungen oder zu grösseren Tropfen verschmelzen.

In dem proximalen Theil des primären Nagelgrundes ist die Begrenzungsschicht nur etwa halb so dick, wie im distalen Theil und, wie dies schon bei den jüngeren Foeten beschrieben wurde, aus Lamellen zusammengesetzt, die nicht parallel der Oberfläche sondern in der Richtung von proximal und innen nach distal und aussen verlaufen, was darauf zurückzuführen ist, dass ihre Ursprungszellen diese geneigte Stellung zur Oberfläche einnehmen. Die Linie, welche die Begrenzungsschicht von den anstossenden Zellen scheidet, ist ähnlich wie die Schneide einer Säge gestaltet, deren Zähne proximalwärts gerichtet sind, während an allen übrigen Partien der Zehenoberfläche, soweit diese eine Begrenzungsschicht besitzt, diese Linie aus kleinen Bogenstücken sich zusammensetzt, welche meistens ihre Convexität nach aussen gerichtet haben. In demjenigen Theil der proximalen Partie des primären Nagelgrundes, welcher an die distale anstösst fehlen die körnchenhaltigen Zellen und treten erst etwas weiter gegen den Nagelfalz hin wieder auf. Es unterscheiden sich aber die körnchenhaltigen Zellen in diesem proximalen Abschnitt in sehr wesentlichen Punkten von denjenigen des distalen Abschnittes. Zunächst ist, wie erwähnt, ihre Längsaxe schräg zur Oberfläche gelagert. Ferner enthalten sie neben kleineren chromophilen Granulis grössere tropfen-

artige Bildungen, ausgezeichnet durch ihren starken Glanz und durch die lebhafte Färbung, die sie bei Behandlung mit Säurefuchsin, Methylosin etc., annehmen. In einigen Zellen kommen ganz allein solche grosse Tropfen vor, in anderen nur die kleineren Granula, wieder andere enthalten beides. Die Grösse der Körnchen kann eine so beträchtliche werden, dass sie sogar die der Zellkerne um ein geringes übertrifft. Ich habe Körnchen von 0·006 mm gemessen. Die kleinsten Körnchen sind annähernd kreisrund, die grösseren und die ganz grossen erscheinen bald als kugelige Tropfen, bald besitzen sie eine ganz unregelmässige Gestalt. Mit Sicherheit lässt sich constatiren, dass die Granula im Inneren der Zellen liegen — einige der grösseren Körnchen nehmen eben die ganze Dicke des Zellleibes ein — und nicht allein in einer peripheren Zone vorkommen. Aufs deutlichste ist der Uebergang der Granula in die Begrenzungsschicht wahrzunehmen.

Der Character der körnchenhaltigen Zellen wird sofort ein anderer auf der unteren Fläche des Nagelwalls. Hier finden sich, wie im distalen Theil des primären Nagelgrundes wiederum nur kleinere Granula, die mehr oder weniger genau concentrisch um den Kern geordnet sind und hier erscheint auch die Grenzlinie gegen die Begrenzungsschicht nicht sägeförmig sondern aus Bögen zusammengesetzt, deren Concavität nach aussen gerichtet ist. Auf der Dorsalfläche der Zehe besitzt die Begrenzungsschicht die geringste Dicke. Die unter ihr liegenden Zellen sind abgeflacht, ihre Längsaxe liegt parallel der Oberfläche und die in ihnen vorhandenen sehr kleinen chromophilen Granula nehmen die peripheren Theile der Zelle ein.

An den Fingern dieses Foetus (aus der ersten Hälfte des fünften Monats) hatte der primäre Nagelgrund eine viel beträchtlichere Ausdehnung erlangt als an den Zehen. In seinem Bereich ist aber nicht allein die Begrenzungsschicht, sondern auch die gesammte Epidermis dünner als dort. An der dicksten Stelle, die etwa an der Spitze des Nagelwalls gelegen ist, misst letztere 0·075 mm, wovon etwa 0·015 mm auf die Begrenzungsschicht zu rechnen sind. Diese erreicht etwas weiter distalwärts fast die doppelte Dicke und verdünnt sich alsdann allmählich bis zur Grenze gegen den distalen Theil des primären Nagelgrundes, die erkennbar ist an einer starken unregelmässig geformten Vorwölbung der Begrenzungsschicht. Die grössere Länge des primären Nagelgrundes ist auf das stärkere Wachsthum ihres proximalen Abschnittes zurückzuführen, während der distale etwa die gleiche Ausdehnung besitzt. Auch der feinere Bau des distalen Theils weicht von dem der Zehe in keinem Punkt ab. Die körnchenhaltigen Zellen unter der Begrenzungsschicht erfüllen die Peripherie, während das Centrum der Zellen frei bleibt; die mächtig entwickelte Begrenzungsschicht erscheint aus parallel der Oberfläche gelegenen Lamellen zusammengesetzt. Im proximalen Theil des primären Nagelgrundes finden sich die körnchenhaltigen Zellen in un-

unterbrochener Reihe nur im Bereich der des Nagelfalzes. Je weiter gegen die Fingerspitze hin, um so spärlicher treten sie auf. Die an den Zehen dieser Foeten beobachteten grossen, wie Oeltropfen aussehenden Granula fehlen, dagegen nehmen einzelne der an die Begrenzungsschicht anstossenden Zellen ein homogenes Aussehen und nach Färbung mit Methyleosin eine diffuse röthliche Farbe an. Die Richtung, in der solche und die mit kleinen Granulis erfüllten Zellen in die Begrenzungsschicht übergehen ist eine gegen die Oberfläche leicht (viel weniger stark als an den Zehen) von distalwärts und innen nach proximalwärts und aussen geneigte. Die durch ihr wasserhelles Protoplasma und den scharfen homogenen glänzenden Contur ausgezeichneten Zellen unterhalb der Begrenzungsschicht resp. der körnchenhaltigen Zellen sind stark abgeplattet, so dass sie auf dem Schnitt spindelförmig erscheinen; die blasig gestalteten, scheinbar aufgequollenen Formen finden sich nur in den tieferen Partieen des Falzes. Indem diese platten hellen Zellen in der Gegend des Nagelwalls in zahlreichen Schichten auftreten, erlangt hier die Epidermis ihre grösste Dickenausdehnung. Die Lage dieser Zellen setzt sich in unverminderter Mächtigkeit weit in den Falz hinein fort, um sich erst in dessen Tiefe zu reduciren; gegen die Fingerspitze hin nimmt die Dicke dieser Lage schneller ab, jedoch erstreckt sie sich als einfache Zellenreihe etwa über die Hälfte der Länge des proximalen Abschnittes. Weiter gegen die Fingerspitze hin liegen zwischen der Begrenzungsschicht und dem Derma wie an den Zehen Zellen mit undeutlichen Grenzen und einem trüben Protoplasma, das den Kern nicht deutlich hervortreten lässt und einen leichten Farbenton nach Anwendung der erwähnten Tinctionsmittel annimmt.

Für den Zeitraum von der zweiten Hälfte des fünften Monats bis zur zweiten Hälfte des sechsten Monats wurden Foeten von zehn verschiedenen Altersstufen zur Untersuchung benutzt, von deren Fingern und Zehen feine Schnitte gefertigt und auf die verschiedenste Weise gefärbt worden waren. Wie bei den bisher besprochenen Foeten konnte auch in allen diesen Fällen die Beobachtung gemacht werden, dass die Finger weiter als die entsprechenden Zehen entwickelt sind. Je älter der Foetus ist, um so mehr wird es deutlich, dass der Theil der Epidermis, welchen ich als den distalen Abschnitt des primären Nagelgrundes bezeichne, im Verhältniss zum proximalen an Ausdehnung zurücktritt. Im Bereich des distalen Abschnittes sind stets die unter der mächtig entwickelten Begrenzungsschicht gelegenen Zellen an ihrer Peripherie mit chromophilen Körnchen erfüllt. Meistens liegen die Körnchen haltenden Zellen in mehreren Lagen übereinander. Beim Uebergang auf die Finger resp. Zehenbeere erfährt die Begrenzungsschicht eine plötzliche Verdünnung und es findet sich an sie anstossend auch nur eine Lage von Körnerzellen. An beiden Stellen ist die Begrenz-

ungsschicht aus Lamellen, die parallel der Oberfläche verlaufen und nach Behandlung mit Methyleosin ebenso wie die Körnchen sich färben, zusammengesetzt.

Der proximale Abschnitt des primären Nagelgrundes erfährt ausser der schon erwähnten relativ starken Längenausdehnung noch die folgenden Veränderungen, auf welche bereits die an den jüngeren Foeten gemachten Beobachtungen hinweisen. Hier zeigte sich, dass sowohl die erste Umwandlung der oberflächlichsten Zellen der Epidermis zu der homogenen Begrenzungsschicht, als auch eine Anhäufung von wasserklaren, scharf conturirten Zellen, endlich das Auftreten von grossen chromophilen Granulis im Innern der oberflächlichsten Zellen, welche zu neuen Lagen der Begrenzungsschicht sich verbinden, auf der Grenze von proximalem und distalem Abschnitt des primären Nagelgrundes stattfindet. Schon bei den wenig älteren Foeten war die Begrenzungsschicht gegen den Nagelfalz vorgerückt und auch die Anhäufung der hellen Zellen und die Zellen mit grossen Granulis haben eine Verlagerung in gleichem Sinne erlitten. Die Begrenzungsschicht dringt in den Falz ein und die hellen Zellen liegen am Eingang des Falzes in einer Anzahl von Schichten übereinander, die nach beiden Seiten hin an Zahl abnimmt. Einige dieser Zellen, welche der Begrenzungsschicht anliegen, sind durch ausserordentliche Grösse ausgezeichnet und sehen wie aufgequollen aus. Diese Zellen finden sich schliesslich (bei den Foeten aus dem sechsten Monat) nur in der Tiefe des Falzes, angelagert an das verdünnte Ende der Begrenzungsschicht und dieses noch in proximaler Richtung überragend. In diesen blasigen Zellen kommen noch grössere Granula vor, wenn sie sonst aus dem proximalen Abschnitt des primären Nagelgrundes bereits völlig verschwunden sind. Im Uebrigen flachen sich die anfangs polyedrischen klaren Zellen mit zunehmendem Alter der Foeten mehr und mehr ab, so dass sie auf dem Schnitt eine ausgesprochene flache Spindelform besitzen. An der Begrenzungsschicht bleibt die schräg zur Oberfläche gerichtete Schichtung erhalten, freilich wird der Neigungswinkel an den Fingern, wegen der grossen Längenausdehnung des Gebietes ein sehr geringer. Die Theile der Begrenzungsschicht, denen keine Körnchen haltenden Zellen anliegen, also die früher entstandenen, welche bei jüngeren Foeten neben dem distalen Abschnitt des primären Nagelgrundes liegen und mit zunehmendem Alter der Frucht immer mehr gegen den Nagelfalz und schliesslich in diesen hineinrücken, werden durch Methyleosin nicht mehr ganz so lebhaft gefärbt, die Farbe hat etwas von ihrem Glanze eingebüsst. Die Körnchen haltenden Zellen, von denen des distalen Abschnitts des primären Nagelgrundes durch das Vorkommen von grösseren Körnchen und durch eine gleichmässige Vertheilung der Körnchen durch den ganzen Zellleib unterschieden, rücken von der Stelle ihres ersten Auftretens mehr

und mehr distalwärts, sind aber bei den Foeten aus der zweiten Hälfte des sechsten Monats in der Tiefe des Falzes unter dem Ende der Begrenzungsschicht und über dasselbe eine Strecke weit distalwärts hinaus noch sehr schön entwickelt; an den Zehen kommen neben den feineren Granulis, die ich an den Fingern allein sah, auch grosse tropfenartige Bildungen vor Bei Neugeborenen fand ich an dem zugespitzten Ende der Begrenzungsschicht in der Tiefe des Falzes noch einzelne mit feinen Körnchen erfüllte Zellen. Einige Zeit nach der Geburt gelang mir dies nicht mehr. Dass die Begrenzungsschicht von den unter ihr liegenden Körnchen haltenden Zellen einen Zuwachs erhält, kann, wie gezeigt, durch die directe Beobachtung nachgewiesen werden. Wahrscheinlich aber findet auch, wenn die Körnchen nicht mehr zur Beobachtung gelangen, ein Uebergang der Zellen in die Begrenzungsschicht statt, indem die Differencirungsprodukte des Protoplasma nicht in distincten Körnchen, sodern diffus auftreten. Dafür spricht einmal die wiederholt gemachte Beobachtnng, dass Zellen, welche die Begrenzungsschicht noch nicht direct oder nur mit einem kleinen Theil ihrer Peripherie berühren, ein homogenes Aussehen haben und nach Färbung mit Methyleosin eine diffuse röthliche Tinction annehmen, die mit derjenigen der Begrenzungsschicht identisch ist, ferner die an jedem Schnitt mit Leichtigkeit constatirbare Thatsache, dass die Begrenzungsschicht mit kleinen Fortsätzen von der Gestalt dieser Zellen sich zwischen die unveränderten blassen Zellen einschiebt, so dass eine sägenförmig gestaltete Grenzlinie entsteht. Hie und da zeigte sich endlich einer dieser Fortsätze, der auch die characteristische Lagerung mit der Spitze nach innen und distalwärts erkennen lässt, aus einzelnen, nicht völlig mit einander verschmolzenen Körnchen zusammengesetzt. Dass die Differencirungsprodukte des Protoplasmas nicht mehr in distincten Körnchen, sondern diffus auftreten, würde verständlich gemacht werden durch die freilich nicht direct zu beweisende Annahme, dass die Begrenzungsschicht, nachdem sie einen gewissen Grad von Mächtigkeit erlangt hat, auf die unterliegenden sich metamorphosirenden Zellen einen Druck ausübt, der nicht nur eine stärkere Abplattung derselben erzeugt, sondern auch die in ihnen auftretenden Differenzirungsprodukte zu einer homogenen Masse zusammenpresst. Diese Annahme würde auch erklären, warum die Körnerzellen von ihrer ersten Ursprungsstätte an der Grenze von proximalem und distalem Abschnitt des primären Nagelgrundes immer weiter gegen die Tiefe des Falzes hin rücken: es schlägt ja die Begrenzungsschicht bei ihrer Bildung die gleiche Richtung ein. Auf der dorsalen Fläche der Finger und Zehen und an der unteren Wand des Nagelwalls sind die Begrenzungsschicht und die Körnchen haltenden Zellen genau so wie an der Finger-, resp. Zehenbeere gebaut, so dass ich dem oben gesagten nichts hinzuzufügen habe. In der Tiefe des Falzes treten

die mit Körnchen erfüllten Zellen in nahe Berührung mit den zum primären Nagelgrund gehörenden. Am freien Rande des Nagelwalles tritt die Begrenzungsschicht als zugeschärft auslaufender Fortsatz auf, der der Begrenzungsschicht des primären Nagelgrundes mehr oder weniger fest anhaftet.

Die bisher mitgetheilten Beobachtungen haben ergeben, dass die Epidermis der Finger und Zehen die Umwandlung in die charakteristische Begrenzungsschicht an einer Stelle, die ursprünglich endständig oder nahezu endständig gelegen war, zuerst erfährt und dass der Umwandlungsprocess von hier aus nach beiden Seiten hin vorschreitet. Das Stück der Epidermisoberfläche, zwischen dieser ersten Ursprungsstätte und dem schon sehr früh als Einsenkung der Oberhaut in die Lederhaut auftretendem Nagelfalz gelegen, unterschied sich in den feineren Details bei der Umbildung der obersten Zellenschichten von dem mehr distalwärts gelegenen Abschnitt.

Darf man die Begrenzungsschicht auf dem proximalen Theil des primären Nagelgrundes als Nagel auffassen? Indem ich diese Frage bejahe, setze ich mich mit der bisher geltenden Ansicht in Widerspruch, die besagt, dass der Nagel beim Foetus inmitten der Epidermis unterhalb des Stratum corneum entstehe und zwar entweder „gleich in toto auf dem ganzen Nagelbette" (Kölliker), oder dass derselbe, zunächst von der Hornschicht bedeckt, von dem Nagelfalz aus in distaler Richtung vorwärts wachse (Unna, Henle, Brooke).

Am ausgebildeten Körper existiren sehr bestimmte Unterschiede zwischen der Nagelsubstanz und der Hornschicht der Epidermis. So wird beispielsweise durch Picrocarmin der Nagel rein gelb, das Stratum corneum je nach dem Erhärtungsgrade und der Conservirungsflüssigkeit roth oder scheckig roth und gelb gefärbt.

An den Zehen des 15—16 Wochen alten Foetus, an denen zum ersten Male sich die Begrenzungsschicht bildete, nahm dieselbe nach Behandlung mit Picrocarmin eine glänzend gelbe Farbe an. Das gleiche war bei aller älteren Foeten ausnahmslos der Fall in dem proximalen Abschnitt. In dem distalen dagegen nahm die Begrenzungsschicht sehr bald eine mehr oder weniger reine rothe Farbe an. Die Stelle, an welcher später der Nagel liegt, besitzt demnach von Anfang an auf ihrer Oberfläche eine Substanzlage, welche in ihrem Verhalten gegen Picrocarmin sich ebenso wie der ausgebildete Nagel verhält. Wäre nun die allgemein acceptirte Ansicht richtig, dass der Nagel des Foetus zunächst von dem Stratum corneum der Epidermis völlig verdeckt wird, so bliebe nur entweder die Möglichkeit, dass die von mir als Begrenzungsschicht bezeichnete Lage als Stratum corneum aufzufassen sei, oder dass dieselbe zwar dem künftigen Nagel entspräche, die über ihr gelegene Hornschicht aber durch ungenügende Con-

servirung oder unzweckmässige Manipulationen verloren gegangen sei. Gegen letzteres spricht nicht nur der Umstand, dass eine ziemlich grosse Anzahl von Foeten, die sich sonst in jeder Hinsicht also vortrefflich erhalten erwiesen, das gleiche Resultat lieferten, sondern auch die Beobachtung, dass nicht am Eingang zum Nagelfalz, wie ein Theil der Autoren will, oder in der Tiefe desselben, was andere behaupten, der foetale Nagel zuerst auftritt, sondern weiter gegen die Spitze der Finger bez. Zehen hin und dass er von hier aus gegen den Falz hin rückt, statt umgekehrt von diesem aus distalwärts.

Für die erste Annahme, dass die Begrenzungsschicht auf dem proximalen Abschnitt des primären Nagelgrundes nichts als das foetale Stratum corneum sei, würde zwar ins Gewicht fallen, dass dieselbe continuirlich in diejenige des distalen Abschnittes und in späteren Entwickelungsstadien auch auf die Epidermis des dorsalen und der ventralen Fläche übergeht, ferner die gleiche Tinction derselben in den erwähnten Bezirken durch eine Anzahl von Farbstoffen (Methyleosin, Methylorange, Säurefuchsin). Gegen diese Annahme erheben sich aber gewichtige Einwände. Sowie die Begrenzungsschicht im Bereich des distalen Abschnittes des primären Nagelgrundes eine gewisse Dicke erreicht hat, reagirt sie auf verschiedene Farbstoffe anders wie die Begrenzungsschicht des proximalen Abschnittes. Ich kann mit Bestimmtheit angeben, dass bei allen untersuchten Foeten, die älter als 18 Wochen waren, — für die jüngeren Stadien waren die betreffenden Farbennuancen nicht deutlich genug um sie zum Beweise herbeizuziehen — die Begrenzungsschicht des proximalen Abschnitts durch Picrocarmin gelb, die des distalen roth oder wenigstens röthlich gefärbt wurde; erstere zeigte nach Anwendung von Haematoxylin eine rein weisse oder gelblich graue, bisweilen auch ganz schwach bläulich graue Färbung, letztere dagegen eine mehr oder weniger intensiv blaue bez. violette, wenigstens eine blaugraue Färbung; Doppelfärbungen mit Eosin und Dahlia oder Gentianaviolett liessen erstere roth, letztere blau erscheinen. Ich habe ferner oben gezeigt, dass in beiden Abschnitten des primären Nagelgrundes die Begrenzungsschicht aus verschieden gegen die Oberfläche geneigten Lamellen sich zusammensetzt. Der distale Abschnitt besteht aus Lamellen, die parallel der Oberfläche liegen und stimmt in dieser Hinsicht überein mit der Epidermis der Finger- bez. Zehenbeere, des Nagelwalls und der unmittelbar an diesen anliegenden Partie. Der proximale Abschnitt dagegen lässt von seinem ersten Entstehen an eine Schräglagerung der Lamellen erkennen, die um so bedeutsamer ist, als sie übereinstimmend mit der an dem ausgebildeten Nagel erwiesenen,[1] eine gewichtige Unterstützung

[1] Siehe Unna, Entwickelungsgeschichte und Anatomie der Haut in v. Ziemsen's

meiner Annahme, dass dieser Theil der Begrenzungsschicht als Nagel aufzufassen sei, liefert. Die Lamellen des foetalen Nagels verlaufen ebenso wie die Schichten des völlig entwickelten Nagels in der Richtung von proximal und aussen nach distal und innen.

Endlich — und damit komme ich zu dem wichtigsten Punkt — ist der Modus, wie die Begrenzungsschicht sich weiterbildet oder regenerirt in den beiden Abschnitten des primären Nagelgrundes eine principiell sehr verschiedene. In dem distalen Abschnitt geht die Begrenzungsschicht aus Zellen hervor, in denen feinste oder doch immer relativ kleine stark glänzende, durch ihre grosse Affinität zu verschiedenen Farbstoffen ausgezeichnete Körnchen in sehr grosser Menge auftreten, welche die centralen Partien der Zelle freilassen. Diese Zellen liegen für gewöhnlich in mehreren Lagen übereinander und die Zahl der Granula nimmt von den tiefsten Schichten gegen die oberflächlichsten hin zu. Im proximalen Abschnitt treten neben den Zellen mit kleinen Körnchen auch solche mit beträchtlich grösseren auf, die mit den kleinen zusammen oder mit wenig anderen grossen allein den Zellinhalt darzustellen scheinen. Die Körnchen scheinen hier nicht allein eine peripherische Lage einzunehmen, sondern auch im Centrum der Zellen gelegen zu sein, was für die grössesten derselben unzweifelhaft ist. Diese Zellen finden sich zuerst in der Nachbarschaft des distalen Abschnittes, rücken mit zunehmendem Alter des Foetus mehr und mehr in die Tiefe des Nagelfalzes und können bei Neugeborenen noch in sehr reducirter Zahl am äussersten Ende des Nagels nachgewiesen werden.

Brooke ist der erste, welcher im Bereich des foetalen Nagels Körnerzellen beobachtete „mit grösseren tropfenartigen Massen in ihrem Protoplasma versehen als beispielsweise in der Epidermis, wo sie nur als kleine Körnchen vorhanden sind“, und diesen eine grosse Bedeutung für den Verhornungsprocess zuschreibt. Ich selbst hatte meine in diesem Aufsatz mitgetheilten Untersuchungen bereits beendet als ich durch den Jahresbericht auf die Arbeit Brookes aufmerksam gemacht wurde. Abgesehen von der eben erwähnten Beobachtung ergaben unsere Untersuchungen kaum irgend welche Uebereinstimmung. Von Autoren, die von Körnerzellen im Bereich des foetalen Nagelbettes sprechen, sind anzuführen Ranvier, der den foetalen Nagel von mehreren Lagen weicher, an Glycogen und grossen Eleidintropfen sehr reicher Epidermiszellen bedeckt sein lässt, dagegen Eleidin und Glycogen in der Nagelplatte und in deren Matrix leugnet, und Unna, welcher angiebt, dass bei der Verhornung des foetalen

---

Handbuch. Bd. XIV. Hft. I. S. 45; — Unna, Anatomisch physiologische Vorstudien zu einer künftigen Onychopathologie. *Vierteljahresschrift für Dermatologie und Syphilis.* Wien 1881.

Nagels keine Körnerzellen auftreten. Bei Anwendung der von mir vorgeschlagenen Reagentien werden meine Angaben ihre Bestätigung finden.

Wenn die Körnerzellen nicht mehr auftreten, so scheint eine diffuse Umwandlung des Zellprotoplasmas stattzufinden. Es ist darum unzweifelhaft, dass die von den Autoren augenscheinlich als den Nagel bedeckendes Stratum corneum, bez. als Rest eines Epitrichiums (Eponychium Unna, Hyponychion Ranvier) aufgefasste Begrenzungsschicht im proximalen Abschnitt des primären Nagelgrundes morphologisch nicht identisch ist mit derjenigen im distalen Abschnitt, an den Finger- und Zehenbeeren, am Nagelwall und an dem diesem Abschnitt benachbarten Hautbezirk. Die grossen, scharf conturirten, wasserhellen, zum Theil blasig aufgetrieben erscheinenden Zellen unterhalb der Begrenzungsschicht sind offenbar diejenigen Zellen, welche „als die erste Andeutung der eigentlichen Nagelsubstanz" (Kölliker) angesehen werden, „welche den Nagelzellen entsprechen" (Biesiadecki). Bei dem $4^1/_2$ monatlichen Foetus sah Unna[1] unter einer dicken lamellösen Hornschicht „die erste Andeutung des definitiven Nagels als eine kleine, auf dem Längsschnitt der Zehe linsenförmige Anhäufung klarer und grosser Stachelzellen am Ausgange des Nagelfalzes". Bei einer 6 monatlichen Zehe hatte „der definitive Nagel bereits eine grössere Ausdehnung gewonnen, indem die klaren grösseren Zellen ebensowohl nach hinten in den Nagelfalz weiter gedrungen sind wie nach vorn sich unter dem Eponychium fortgeschoben haben, wobei sie zugleich von vorn nach hinten verhornen, was man aus der Annahme der gelben Nüance bei Picrocarminfärbung erkennt". Die Abbildung, welche Unna dieser Beschreibung zu Grunde legt, Fig. 7 III (S. 41) entspricht jedoch derselben nicht, denn der Nagel setzt sich, wie sie zeigt, direct in die Hornschicht des Nagelbettes, also in das Eponychium fort. Da diese hellen Zellen nicht ein Endstadium repräsentiren, sondern eine weitere Umbildung erfahren und, wie ich das oben geschildert habe, in die Begrenzungsschicht übergehen, so ist man nicht berechtigt, sie als Nagelzellen oder als solche, die durch eine Umwandlung in loco dazu werden, aufzufassen; sie sind eine Vorstufe der Begrenzungsschicht.

Es ist damit wohl der Nachweis erbracht, dass beim menschlichen Foetus der Nagel nicht unterhalb des Stratum corneum entsteht. Ob man nun aber die Begrenzungsschicht des proximalen Abschnittes des primären Nagelgrundes als ein Stratum corneum, das von dem der benachbarten Epidermis in wesentlichen Punkten abweichend gebaut ist, in anderer Weise sich entwickelt und different reagirt, bezeichnet oder von einem foetalen Nagel spricht, der durch allmähliche innere Umgestaltungen in den defi-

[1] P. Unna, Entwickelungsgeschichte und Anatomie der Haut. v. Ziemssen's *Handbuch*. Bd. XIV. S. 39 ff.

nitiven Nagel übergeht, scheint mir an und für sich gleichgültig zu sein. Ich halte aber die Bezeichnung „foetaler Nagel für zweckmässiger, weil sie die Beziehungen zu dem fertigen Gebilde einerseits ausdrückt, andererseits aber auch auf die unbeendigte Entwickelung hinweist.

Der distale Abschnitt des primären Nagelgrundes, der in der ersten Anlage unzweifelhaft mit dem proximalen zusammengehört, zeigt, wie aus den oben mitgetheilten Beobachtungen hervorgeht, sehr bald Verschiedenheiten, als deren wesentlichste ich folgende hervorhebe: Vor dem Auftreten der Begrenzungsschicht sind hier die aus der Epidermis ausgeschiedenen Zellen in einer Massenhaftigkeit wie sonst nirgends an den Fingern und Zehen zu finden. Wenn die Begrenzungsschicht sich bildet, so geschieht dies auf der Grenze von proximalem und distalem Abschnitt; von hier aus schreitet die Umbildung der oberflächlichsten Zellenlagen nach beiden Seiten fort, proximalwärts eine regelmässig glatte Oberfläche erzeugend, distalwärts in sehr unregelmässiger Weise, was dadurch bedingt wird, dass die hier anhaftenden ausgeschiedenen Zellenmassen theilweise sich an dem Umwandlungsvorgang mitbetheiligen und so zu verschieden gestalteten Anhängen der Begrenzungsschicht werden. Später ist dieser Abschnitt hauptsächlich durch die grosse Dicke der Epidermis und die Mächtigkeit der Begrenzungsschicht ausgezeichnet. Die Körnerzellen treten in mehreren Lagen übereinander auf, scheinen stets nur sehr kleine Körnchen zu enthalten, welche eine peripherische Lage in den Zellen einnehmen und das Centrum freilassen. In der an die Begrenzungsschicht anstossenden Lage verschmelzen die Körnchen zu einer starren Membran, welche den differenten centralen Theil der Zelle rings einschliesst. Was die Art der Weiterbildung der Begrenzungsschicht aus den Körnerzellen anlangt, so charakterisirt sich der distale Abschnitt des primären Nagelgrundes als gewöhnliche Epidermis, wenigstens vollzieht sich der Vorgang ganz gleichartig wie auf der anliegenden Beere, wie an der unteren Seite des Nagelwalls und auf der angrenzenden Rückenfläche. Er unterscheidet sich jedoch von diesen Hautpartien durch die frühzeitig auftretende ausserordentlich starke Begrenzungsschicht und die Unregelmässigkeit der Oberfläche und der Lagerungen der Zellen. Die bei dem ersten Entstehen unzweifelhaften Beziehungen zu dem proximalen Abschnitt des primären Nagelgrundes und die wenn auch scheinbar nicht gerade wesentlichen aber doch bestehenden Unterschiede von der gewöhnlichen Haut bestimmen mich, für den distalen Abschnitt die von Gegenbaur vorgeschlagene Bezeichnung „Nagelsaum" anzunehmen. Ob Gegenbaur's Meinung, dass der Nagelsaum das Homologon des Sohlenhorns der Hufthiere ist, in histologischen und vergleichend-histogenetischen Thatsachen eine Bestätigung findet, hoffe ich demnächst entscheiden zu können.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XIII.)

Fig. 1. Medianschnitt durch die fünfte Zehe eines Foetus aus der ersten Hälfte des fünften Monats. (Oberhäuser'sche Camera lucida, System 2 von Hartnack.)

Fig. 2. Der in Fig. 1 zwischen den Linien *a* und *b* gelegene Abschnitt bei 590 facher Vergrösserung.

Fig. 3. Der in Fig. 1 zwischen den Linien *c* und *d* gelegene Abschnitt bei 590 facher Vergrösserung.

Ueber Arterienspindeln und über die Beziehung der Wanddicke der Arterien zum Blutdruck.

Von

Dr. Hans Stahel.

(Aus dem anatomischen Institut zu Leipzig.)

Zweite Abhandlung.

(Hierzu Taf. XIV u. XV.)

Am Schlusse meiner ersten Abhandlung habe ich die Thatsache erwähnt, dass die Gefässwand der Art. subclavia regelmässig gegen die Abgangsstelle von Aesten eine Zunahme ihrer Wandstärke erfährt. Im Folgenden soll nun gezeigt werden, dass diese Erscheinung sämmtlichen grösseren Arterien des Körpers zukommt. Ich lasse zunächst einige weitere, an der Art. subclavia ausgeführte Messungen folgen.

Die auf Taf. XIV Fig. 13 abgebildete Curve stammt von der Art. subclavia sinistra eines ganz normalen, 15 jährigen Menschen und stellt die Wanddickeverhältnisse der auf der convexen Seite der Subclavia angelegten Schnittfläche dar. Eine Vergleichung dieser Curve mit der auf Taf. XIV Fig. 12 lehrt, dass in beiden die Wellenberge den Stellen der Arterie entsprechen, wo unmittelbar nachher Aeste abgehen, während die Thäler auf die zwischen zwei Aesten befindlichen Arterienstrecken fallen. Diese Curven stimmen somit in den hier in Betracht kommenden Punkten genau überein. — Die nämliche Arterie wurde auch von der concaven Seite aufgeschnitten und die Dicke der erhaltenen Schnittfläche an verschiedenen Stellen gemessen. Von den Dickeverhältnissen dieses Wandstreifens giebt die Curve Taf. XIV Fig. 14 ein Bild. Wie aus derselben unmittelbar hervorgeht, ist die Gefässwand sämmtlicher vom Schnitte getroffenen Reactionsstellen bedeutend mächtiger als die an die Reactionsstellen grenzende Gefässwand.

Die in Fig. 13 und 14 abgebildeten Curven geben indessen nur Aufschluss über die Dickeverhältnisse zweier Wandstreifen der Art. subclavia; über das Verhalten der übrigen Gefässwand ist darin nichts ausgesagt. Ein Blick aber auf den Querschnitt irgend einer Arterie lehrt, dass selbst an ein und demselben Querschnitte die Gefässwand an verschiedenen Stellen verschiedene Dicke besitzt. Es war daher zunächst festzustellen, ob die Curven der Dickenmaxima und -minima der Art. subclavia die aus den Curven Fig. 13 und 14 abgeleitete Beziehung zwischen Wanddicke und Astabgabe ebenfalls erkennen lassen. Zu diesem Zwecke wurden an der Art. subclavia in Abständen von je 1 cm Querschnitte angelegt und an jedem derselben die Wandung von 2 zu 2 mm gemessen. Auf diese Weise fand ich an einer Art. subclavia sinistra folgende Wanddickeverhältnisse.

Querschnitt der Subclavia am Ursprung	Querschnitt der Subclavia 1 cm vom Ursprung	Querschnitt der Subclavia 2 cm vom Ursprung	Querschnitt der Subclavia 3 cm vom Ursprung	Querschnitt der Subclavia am Isthmus	Querschnitt der Subclavia 8 mm nach aussen von der Abgangsstelle der Art. transversa colli
mm	mm	mm	mm	mm	mm
0·723	0·475	0·367	0·348	0·208	0·429
0·746	0·529	0·370	0·425	0·292	0·554
0·512	0·452	0·360	0·355	0·326	0·554
0·531	0·446	0·398	0·485	0·337	0·448
0·515	0·418	0·427	0·376	0·356	0·307
0·535	0·392	0·437	0·382	0·388	0·319
0·491	0·333	0·319	0·343	0·212	0·373
0·518	0·401	0·405	0·368	0·247	0·425
0·532	0·478	0·395	0·351	—	—
0·556	0·490	0·393	0·358	—	—

Trägt man das Maximum und Minimum der Wanddicke jedes einzelnen Querschnittes als Ordinate auf die Länge des gemessenen Arterienstückes als Abscisse auf, so erhält man die Taf. XIV Fig. 15 wiedergegebene Curve.

Aus diesen Curven geht hervor, das die Subclavia sinistra von ihrem Ursprunge an zunächst eine Abnahme ihrer Wanddicke erfährt. Das Minimum der Wandstärke des astlosen Anfangstheils der Subclavia betrifft ungefähr die Mitte desselben. Von hier ab nimmt die Wandung bis zur Abgabe des Truncus thyreo-cervicalis an Dicke stetig zu. Nach Abgabe des Truncus thyreo-cervicalis wird die Gefässwand der Subclavia wieder schwächer, um dann von neuem gegen die Ursprungsstelle der Art. transversa colli eine Verdickung zu erfahren. Der Verlauf dieser Curven ist somit der nämliche, wie der der Curve Fig. 13. Die grössere Mächtig-

keit der Gefässwand eines Arterienstammes jeweilen vor Abgang eines Astes betrifft daher nicht nur einen Wandstreifen, sondern die gesammte Gefässwand.

In meiner ersten Abhandlung habe ich nun gezeigt, dass die Wanddicke in einer ganz bestimmten Beziehung zum Blutdrucke steht. Ueberall da, wo nach physikalischen Gesetzen eine Druckerhöhung angenommen werden musste, wurde auch eine grössere Wanddicke beobachtet. Wir müssen somit aus den vorhergehenden Curven mit Nothwendigkeit folgern, dass der Blutdruck in einem Arterienstamme unmittelbar vor Abgang eines Astes höher ist als an einer weiter central gelegenen Stelle. Dies ist aber nur möglich, wenn entsprechend der grösseren Wanddicke auch das Lumen grösser ist und umgekehrt. Es war deshalb nothwendig, die Flächeninhalte verschiedener Querschnitte eines Arterienstammes zu bestimmen. Zu diesem Zwecke habe ich das Gefässsystem in situ mit flüssigem Gypsbrei bei mittlerem Drucke gefüllt. Die auf die Aorta gelegte Hand bürgte dafür, dass der Druck nicht zu stark war und somit eine Ueberdehnung der Gefässwand mit Sicherheit ausgeschlossen werden konnte. Die Gypsform kam so unter der Wirkung der Elasticität der Gefässwand zu Stande. Von diesen Gypsausgüssen fertigte ich mittelst einer feinen Laubsäge Querschnitte an. Letztere wurden sodann, nach vorausgegangener sorgfältiger Glättung der Sägefläche, mittels des His'schen Zeichnungsapparates fünf Mal vergrössert gezeichnet und die Flächeninhalte derselben mit dem Polarplanimeter ausgemessen. Ueber die Brauchbarkeit dieser Methode werde ich im folgenden Abschnitte Rechenschaft geben.

Nimmt man als Abscisse die Länge des zu messenden Arterienstückes und trägt über den Stellen, an denen Querschnitte angelegt wurden, die entsprechenden Flächeninhalte als Ordinaten auf, so erhält man eine Curve, die den Gang der Aenderung des Lumens veranschaulicht. Auf diese Weise sind die Querschnittscurven in Fig. 16 und 17 auf Taf. XIV zu Stande gekommen.

Die Curve Taf. XIV Fig. 16 stammt von der Art. subclavia eines 24 jährigen Selbstmörders; die Curve Fig. 17 von der Art. innominata und subclavia dextra desselben Individuums. Vergleicht man die Curve Fig. 16 mit der Fig. 15, so erkennt man sofort die Uebereinstimmung derselben für den Abschnitt der Art. subclavia, welcher nach innen von der Ursprungsstelle des Truncus thyreo-cervicalis, nach aussen von der Abgangsstelle der Art. thoraco-acromialis begrenzt ist. Für den Anfangstheil der Subclavia sinistra dagegen weichen die beiden Curven von einander darin ab, dass in Curve 16 die Subclavia unmittelbar vor Abgang der Aeste (Art. vertebralis, Truncus thyreo-cervicalis u. s. w.) das nämliche Lumen besitzt, wie in der Mitte ihres astlosen Anfangstheiles. In Bezug auf diese scheinbare Abweichung

der beiden Curven ist zu bemerken, dass erstens dieselben von Arterien verschiedener Individuen stammen und zweitens dass gerade der Gefässabschnitt der Art. subclavia, wo die Art. vertebralis, Truncus thyreo-cervicalis u. s. w. entpringen, hinsichtlich des Ursprungs dieser Gefässe bedeutende Abweichungen zeigt. Während z. B. bei einer Gruppe von Subclavien die genannten Gefässe beinahe unmittelbar hintereinander aus dem Hauptstamme entspringen, finden sich die Ursprungsstellen derselben Aeste bei einer anderen Classe von Subclavien durch Distanzen von 1 cm und mehr getrennt. Da nun, wie ich später zeigen werde, das Lumen der Art. subclavia vor der Abgangsstelle der Aeste um so grösser ist, je gedrängter letztere abgehen, so findet somit diese Differenz der beiden Curven in der eben erwähnten anatomischen Thatsache ihre ungezwungene Erklärung. Der mit Ausnahme dieser kleinen Strecke übereinstimmende Verlauf der Curven Fig. 15 und 16 lehrt, dass Wanddicke und Lumen einer Arterie in gleichem Sinne sich ändern.

Carotis communis.

Legt man an der Leiche die Carotis communis dextra oder sinistra frei, so gewahrt man ungefähr in der Mitte ihres Verlaufes eine deutliche Verengerung des Lumens. Diese Isthmusbildung der Carotis communis ist nicht nur an der leeren, sondern auch an der mit Blut gefüllten Arterie zu erkennen. So fand ich bei einem Neugeborenen, dessen Arterien prall mit Blut gefüllt waren, den Ursprungs- und Endtheil der Carotis communis im Verhältniss zum mittleren Stück bedeutend erweitert. Mit dieser Beobachtung befinden sich denn auch die Ergebnisse der Messung in Uebereinstimmung. Man braucht nur einen Blick auf die Taf. XIV Fig. 18 A—19 A dargestellten Wanddickecurven der Carotis communis dextra und sinistra und die Querschnittscurven (Fig. 20 und 21) derselben Gefässe zu werfen, um sich zu überzeugen, dass in beiden Gefässen sowohl Wanddicke wie Querschnitt vom Ursprung gegen die Mitte ab-, von der Mitte gegen die Theilungsstelle zunehmen.

Das Vorhandensein eines Isthmus der Carotis communis wird auch noch durch folgende Messungen bewiesen. Legt man nämlich senkrecht zur Axe der Carotis in bestimmten Abständen Querschnitte an und misst die Länge der auf eine Linie abgerollten Schnittfläche, so erhält man an verschiedenen Stellen des Gefässes verschiedene Werthe. Trägt man letztere als Ordinaten auf die Länge des Gefässes als Abscisse auf, so erhält man Curven, deren Verlauf für zwei Carotiden in Taf. XIV Fig. 18 B und 19 B dargestellt ist. Diese Curven zeigen, dass der Wandumfang der Carotis

communis dextra und sinistra vom Ursprung bis zur Mitte ab-, von der der Mitte bis zur Theilungsstelle wieder zunimmt.

Die erwähnte Isthmusbildung der Carotis communis bot mir eine erwünschte Gelegenheit, die Brauchbarkeit der von mir angewandten und eingangs beschriebenen Ausgussmethode zur Bestimmung des Gefässlumens zu prüfen. Da die Wandung der Carotis communis in der Mitte ihrer Länge, entsprechend dem geringeren Querschnitte, dünner ist als an anderen Stellen, so hätte beim Einfüllen des Gypsbreies ein die Elasticitätsgrenze der Gefässwand überschreitender Druck zur Folge gehabt, dass die dünnere Wandung stärker gedehnt und somit der Querschnitt in der Mitte des Gefässes grösser ausgefallen wäre als jeder andere Querschnitt der Arterie. Dies trat nun, wie ich mich durch zahlreiche Messungen überzeugt habe, nie ein, wenn bei der Injection die Spannung der Gefässwand controlirt wurde. Die auf die beschriebene Weise ausgeführten Wanddickebestimmungen sind demnach beweiskräftig.

Wird das Gefässrohr der Carotis communis senkrecht zur Axe durchschnitten, so überzeugt man sich schon mit blossem Auge von der ungleichmässigen Wandstärke der erhaltenen Schnittfläche. Diese Beobachtung bestätigt denn auch die Messung. Bestimmt man nämlich an verschiedenen Punkten einer solchen Schnittfläche die Wanddicke und trägt die gefundenen Grössen als Ordinaten auf die auf eine Linie abgerollte Peripherie des Rohres als Abscisse auf, so erhält man eine Curve, die in keinem ihrer Theile horizontal verläuft. Eine Reihe solcher Wanddickecurven verschiedener Querschnitte der Art. carotis communis dextr. und sinistr. ist in Fig. 22 wiedergegeben. Die links von den einzelnen Curven beigesetzten Zahlen beziehen sich auf die jeweiligen Entfernungen der betreffenden Querschnitte vom Ursprunge der Gefässe.

Aus der Thatsache, dass die Gefässwand an verschiedenen Stellen ein und desselben Querschnittes verschiedene Wanddicken besitzt, muss gefolgert werden, dass auch der Druck nicht an allen Punkten eines Querschnittes der nämliche ist. Nun ist aber nach der Bewegungsgleichung eines Stromfadens der haemodynamische Druck eine Function der Geschwindigkeit von letzterem. Die nämliche Thatsache der wechselnden Wanddicke der Gefässwand ein und desselben Querschnittes zwingt uns daher zur Annahme, dass die den dickeren Wandtheilen anliegenden Stromfäden eine geringere Geschwindigkeit besitzen als die den dünneren Wandpartien zugehörigen Stromfäden. Diese Annahme erweist sich als richtig, wenn wir nachweisen können, dass in dem Maasse, als die Wandtheile an Dicke zunehmen, auch die entsprechenden Stromfäden weiter von dem axialen Stromfaden entfernt sind und umgekehrt. Gelingt es daher, genaue Querschnitte von dem Blut-

strome eines Gefässes anzufertigen, so ist die Möglichkeit eines solchen Nachweises gegeben.

Eine genaue Nachahmung aller der Bedingungen, wie sie z. B. für die Strömung des Blutes in der Carotis communis statthaben, ist selbstverständlich unmöglich. Dagegen gelingt es, die wesentlichsten Bedingungen im Versuche annähernd herzustellen. Die wesentlichsten Factoren aber, von denen die Constitution des Blutstromes in einem Gefässe abhängt, sind 1. die Geschwindigkeit des Blutstromes in dem betreffenden Gefässabschnitte, 2. der Verlauf des Gefässes und 3. die Form der Einflussöffnung. Da nun die Form der Einflussöffnung sich nicht wesentlich ändert, wenn das Gefäss aus seiner natürlichen Verbindung gelöst ist und ferner der Verlauf einer Arterie annähernd nachgeahmt werden kann, so fehlt nur noch die Kenntniss der Geschwindigkeit des Blutstromes in dem betreffenden Gefässe, um einen Flüssigkeitsstrom von derselben Constitution, wie sie der Blutstrom in dem zu untersuchenden Gefässe besitzt, ausserhalb des lebenden Körpers herzustellen. Folgende an der Carotis communis ausgeführte Betrachtung zeigt, wie die Geschwindigkeit des Blutstromes der Carotis annähernd bestimmt wird. Die Geschwindigkeit des Blutstromes ist durch sein Gefälle gegeben. Um das Gefälle in der Carotis zu bestimmen, braucht man nur an zwei Stellen der Strombahn die Druckhöhen zu messen und ihre Differenz durch die Anzahl von Längeneinheiten zu dividiren, um welche die beiden Stellen von einander abstehen. Wenn wir daher den Druck in der Carotis und im rechten Vorhofe und ferner die Länge der Strombahn von der Carotis bis zum rechten Vorhofe kennen, so sind alle Daten zur Berechnung des Gefälles gegeben. Nun beträgt der mittlere Druck in der Carotis ungefähr 100 mm Hg. Der mittlere Druck im rechten Vorhof ist nicht bekannt. Wir werden aber im Hinblick auf die gefundenen Druckwerthe in der Vena jugularis nicht weit fehl gehen, wenn wir denselben zu Null Hg. annehmen. Setzen wir ferner die Länge der Strombahn gleich der doppelten Entfernung des Scheitels vom Herzen zu 100 cm, so ist annähernd das Gefälle in der Carotis gleich $\frac{100}{100} = 1$. Mit der Kenntniss dieser Grössen ist es somit nicht schwer, im Versuche annähernd die Bedingungen, wie sie für die Bewegung des Blutes in der Carotis statthaben, festzustellen.

Um nun Querschnitte von dem durch die Carotis gehenden Wasserstrome anfertigen und messen zu können, habe ich folgendes Verfahren angewandt. In die Art. innominata, subclavia, carotis ext. und int. wurden Canülen eingebunden und letztere mit entsprechend dicken Kautschukschläuchen armirt. Den mit der Art. innominata verbundenen Kautschukschlauch befestigte ich an den Hahn der Wasserleitung. Unmittelbar an der Verbindungsstelle des Schlauches mit der Canüle der Art. innominata

war ein T-förmiges Glasrohr in die Leitung eingeschaltet, dessen senkrecht stehender Schenkel mit einem Manometer verbunden war. An die Schläuche, welche die Fortsetzungen der Art. subclavia, carotis ext. und int. bildeten und welche eine Länge von je 100 cm hatten, wurden Klemmen angelegt, die eine allmähliche Verengerung der Lumina der Schläuche gestatteten. Auf diese Weise war ich in den Stand gesetzt, eine beliebige Druckdifferenz herstellen zu können. Nach diesen Vorbereitungen wurde der Hahn der Wasserleitung geöffnet und die Lumina der mit den Canülen der Art. subclavia, carotis ext. und int. verbundenen Kautschukschläuche soweit verengert, bis das Manometer einen Druck von 90—100 mm Hg. zeigte. Nun wurde das Gefäss, welches in einem Thontroge lag, mit geschmolzenem Paraffin umgossen und der Wasserstrom so lange durch die Arterie geleitet, bis das Paraffin vollständig starr war. Wenn dies geschehen, so konnte der Wasserstrom unterbrochen werden, ohne dass die Gefässwand zusammenfiel. Der weitere Weg war der, dass ich in die in dem Paraffin eingebettete Arterie flüssigen Gypsbrei injicirte. Von den auf diese Weise erhaltenen Gypsformen, welche getreue Abgüsse der durch die betreffenden Gefässe geleiteten Wasserströme darstellten, wurden sodann auf bereits beschriebene Art Querschnitte angefertigt und die Ausmessung der Querschnitte geschah ebenfalls auf die früher angegebene Weise.

In folgender Tabelle habe ich nun zunächst die Flächeninhalte verschiedener Querschnitte eines solchen Gypsausgusses nebst den zugehörigen Wanddickebestimmungen aufgeführt, um zu zeigen, dass auch die nach dieser einwurfsfreien Methode ausgeführten Messungen die Existenz des Isthmus carotis bestätigen.

Carotis communis dextra.

Tabelle der Querschnittsgrössen.

Entfernung vom Ursprung des Gefässes.		
1·4 cm	Querschnitt I	48·0 □mm
4·4 cm	Querschnitt II	42·8 □mm
9·1 cm	Querschnitt III	50·8 □mm

Daraus berechnen sich folgende Verhältnisszahlen:

Querschnitt I : Querschnitt II = 100 : 89·1
Querschnitt II : Querschnitt III = 100 : 118·6
Querschnitt I : Querschnitt III = 100 : 105·8

Für die Wanddickebestimmungen desselben Gefässes wurde jeder der drei Querschnitte des Arterienrohres in 8 Längszonen getheilt. Die Messung ergab folgende Werthe.

Wanddicke in	Querschnitt I.	Querschnitt II.	Querschnitt III.
a	0·755 mm	0·653 mm	0·907 mm
b	0·717 mm	0·790 mm	0·850 mm
c	0·740 mm	0·722 mm	0·849 mm
d	0·766 mm	0·701 mm	0·787 mm
e	0·877 mm	0·894 mm	0·737 mm
f	0·907 mm	0·800 mm	0·892 mm
g	0·899 mm	0·835 mm	0·927 mm
h	0·712 mm	0·703 mm	0·945 mm
	S. I 6·373 mm	S. II 6·098 mm	S. III 6·894 mm

Addirt man die Zahlen jeder Reihe und vergleicht die erhaltenen Summen mit einander, so erhält man folgende Verhältnisszahlen:

S. I : S. II = 100 : 95·6
S. II : S. III = 100 : 113·5
S. I : S. II = 100 : 108·1

Eine Vergleichung dieser Verhältnisszahlen mit den entsprechenden der Querschnitte lehrt unmittelbar, dass in der That das Lumen einer Arterie annähernd proportional der Wanddicke ist. — Mit dieser Thatsache ist nun auch die physikalische Erklärung gegeben, weshalb der Druck in einer Arterie unmittelbar vor der Abgangsstelle eines Astes höher ist als an einer mehr central gelegenen Stelle. Es ist nämlich nach einem Satze der Physik der hydrodynamische Druck um eine dem Quadrate der vorhandenen Geschwindigkeit proportionale Grösse kleiner als der hydrostatische Druck. Da nun bei constantem Drucke die mittleren Geschwindigkeiten eines Flüssigkeitsstromes an zwei Stellen der Strombahn sich umgekehrt verhalten, wie die entsprechenden Querschnitte, so leuchtet ein, dass der hydrodynamische Druck um so grösser ist, je kleiner die Geschwindigkeit und umgekehrt. Die Wanddickecurven geben somit auch ein Bild von den in den betreffenden Gefässen statthabenden Druckverhältnissen.

Die Thatsache, dass die senkrecht zur Axe einer Arterie angelegte Schnittfläche an verschiedenen Stellen verschiedene Dicke besitzt, hat die Annahme nöthig gemacht, dass die den dickeren Wandtheilen anliegenden peripheren Stromfäden des Blutstromes eine geringere Geschwindigkeit besitzen müssen, als die den dünneren Wandpartien zugehörigen Stromfäden. Diese Annahme erweist sich als richtig, wenn durch Messung nachgewiesen werden kann, dass die Entfernungen der den dickeren Wandtheilen entsprechenden peripheren Stromfäden vom axialen Stromfaden grösser sind, als diejenigen der den schwächeren Wandpartien zugehörigen Stromfäden Diese von der Theorie geforderte Abhängigkeit der Wanddicke irgend einer

Stelle der Gefässwand von deren Entfernung vom axialen Stromfaden ist exact bewiesen, wenn die aus den Wanddickegrössen eines Querschnittes constructiv dargestellte Fläche mit der entsprechenden Querschnittsfläche des Stromes in Bezug auf die Form übereinstimmt. In der That lässt sich dieser Beweis so führen. Theilt man nämlich einen Kreis in ebenso viele, den Messstellen eines Gefässquerschnittes entsprechende Theile und trägt die gefundenen Wanddickegrössen auf die die einzelnen Theilpunkte des Kreises mit dem Mittelpunkte verbindenden Radien auf, so umgrenzen diese Punkte eine Fläche, die mit der an gleicher Stelle vom Stromausgusse hergestellten Querschnittsfläche in Bezug auf die Form übereinstimmt. So stellt in Fig. 1 A die unmittelbar über dem Ursprung der Carotis communis dextr. an deren Stromabguss angelegte Querschnittsfläche, B. dagegen die aus den Wanddickebestimmungen desselben Gefässquerschnittes construirte Fläche dar.

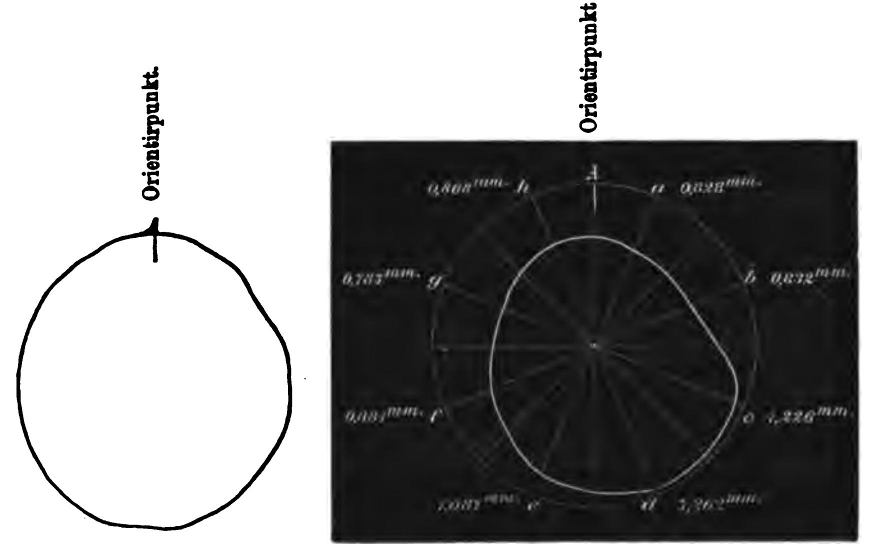


Fig. 1 A. (Gypsausguss) Fig. 1 B.

Die gleiche Uebereinstimmung der Formen zeigen auch die Fig. 2 dargestellten Querschnittsflächen.

Nach dem Vorausgehenden müssen wir somit aus den in Fig. 22 dargestellten Wanddickecurven mit Nothwendigkeit schliessen, dass die peripheren Stromfäden des Blutstromes in der Carotis verschiedene Geschwindigkeiten besitzen. Es stellt sich nun die Frage nach der Ursache dieser Strömungsverhältnisse. Wirft man einen Blick auf Fig. 25 Taf. XV, so sieht man, dass die Ausflussöffnungen der Art. innominata, carotis sinistra und subclavia sinistra ganz von der Kreisform abweichende Formen besitzen

Der Versuch ergiebt nun, dass ein aus einer der Ausflussöffnung der Carotis communis sinistra nachgebildeten Oeffnung fliessende Wasserstrahl an seiner Oberfläche rundliche, gegen den übrigen Theil des Stromes scharf abgegrenzte Bänder zeigt. An diesen rundlichen Stellen ist die Oberflächenspannung grösser als an einer anderen Stelle desselben Querschnittes. Die Folge hiervon ist, dass stets eine Bewegung der Stromtheilchen von den Stellen grösserer Oberflächenanspannung nach dem Innern des Stromes stattfindet. Ferner constatirt man, dass diese hervortretenden Partien des Stromes von Querschnitt zu Querschnitt ihre Lage ändern und zwar so, dass ein im Anfangstheile des Strahles auf der oberen Seite desselben befindliches Band, in einiger Entfernung seine Lage auf der unteren Seite des Strahles hat.

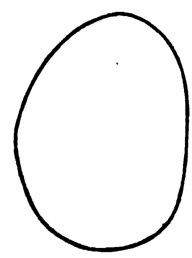


Fig. 2 A.

Querschnitt der Carotis communis unmittelbar über der Einflussöffnung (natürlich). Wachsausguss.

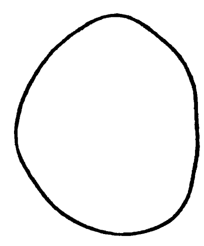


Fig. 2 B.

Derselbe Querschnitt construirt.

Dieselben Veränderungen wie der Wasserstrahl erfährt der durch die spaltartige Ausflussöffnung der Carotis communis sinistra fliessende Blutstrom. Auch hier treten Bänder mit stärkerer Oberflächenspannung auf, welche zur Folge haben, dass die Flüssigkeitstheilchen nicht parallel zur Rohraxe, sondern in krummen Bahnen verlaufen. Wie die spaltartige Ausflussöffnung der Art. carotis comm. sin. bestimmt auch die wesentlich von der Kreisform abweichende Ausflussöffnung der Carotis communis dextra die Constitution des Blutstromes in letzterer. Auch da geschieht die Bewegung der Flüssigkeitstheilchen nicht parallel zur Rohraxe, sondern in krummen Bahnen. Dies beweisen die in Fig. 3 dargestellten Querschnittsformen eines Abgusses des Blutstromes der Carotis communis dextra.

Würde nämlich die Bewegung der Flüssigkeitstheilchen parallel zur Axe geschehen, so müsste der Querschnitt des Blutstromes eine Kreisfläche sein. Man sieht aber sogleich, dass der Querschnitt 3 A ganz erheblich von der Kreisform abweicht.

Eine weitere Bestätigung dafür, dass die Stromverhältnisse in der Carotis communis annähernd den am Wasserstrahle beobachteten gleich sein müssen,

ergiebt sich aus folgender Beobachtung. Denkt man sich die in Fig. 22 mit einem punktirten Kreise markirten Punkte grösster Wanddicke auf dem Gefässrohr durch eine Linie verbunden, so resultirt eine Spirale. Das Band des Blutstromes, welches die grösste Oberflächenspannung besitzt, ändert somit in ähnlicher Weise seine Lage, wie das des Wasserstrahls.

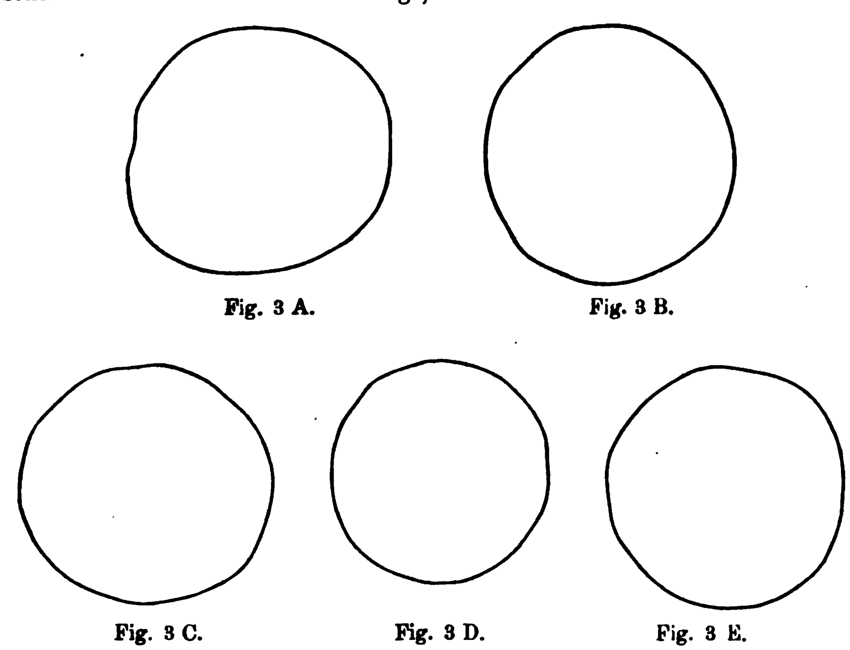


Fig. 3 A. Fig. 3 B.

Fig. 3 C. Fig. 3 D. Fig. 3 E.

Nachdem so der Einfluss der Ausflussöffnung auf die Constitution des Blutstromes nachgewiesen ist, fällt es nicht schwer, die Isthmusbildung der Carotis auf ihre Ursache zurückzuführen.

Die Folge der veränderten Oberflächenspannung des Blutstromes unmittelbar über der Ausflussöffnung ist die, dass beständig eine Bewegung von der Stelle höheren Druckes zu den Orten niederen Druckes stattfindet. Dadurch nun, dass die Stromtheilchen von der Peripherie gegen die Mitte des Stromes sich bewegen, wird durch die wiederholten Ablenkungen, welche die Theilchen erleiden, ein Theil der lebendigen Kraft in Druck umgewandelt. Die mittlere Geschwindigkeit des Blutstromes im Anfangstheile der Carotis ist somit verlangsamt und dementsprechend nach der Beziehung $Fv = F_1 v_1$ der Querschnitt des Blutstromes an dieser Stelle gross. Im weiteren Verlaufe der Carotis gleichen sich nach und nach, wie aus den Curven Fig. 22 deutlich hervorgeht, die Spannungsunterschiede an der Peripherie des Stroms aus. Gegen die Mitte der Carotis geschieht die Bewegung der Flüssigkeitstheilchen annähernd parallel, indem hier der Verlauf der Wanddickecurve

nur noch wenig von einer Horizontalen abweicht. Dementsprechend ist die Form des Querschnittes an dieser Stelle annähernd die einer Kreisfläche (siehe Fig. 3 D). Da ferner bei paralleler Bewegung der Stromtheilchen am wenigsten lebendige Kraft verloren geht, so besitzt mithin der Blutstrom der Carotis an dieser Stelle die grösste mittlere Geschwindigkeit. Unter dieser Voraussetzung erfordert aber die für die Blutbewegung feststehende Beziehung, $Fv = F_1 v_1$, dass der Querschnitt des Blutstromes der Carotis in der Mitte ihrer Länge den kleinsten Flächeninhalt besitzt. Dieses theoretische Postulat bestätigt die Messung vollkommen, wie nachfolgende Tabelle zeigt.

Carotis communis dextra.

Querschnitt unmittelbar über Ursprung . . .	41·2 □mm
Querschnitt 1 cm über Ursprung	39·2 □mm
Querschnitt 2 cm über Ursprung	34·8 □mm
Querschnitt Mitte	29·2 □mm
Querschnitt 2 cm vor der Theilung	36·0 □mm

Der Ausgleich der Spannungsdifferenzen an der Peripherie würde ein vollständiger sein, wenn die Carotis einen gestreckten Verlauf hätte. Gerade in der Mitte ihrer Länge beschreibt aber die Carotis einen starken Bogen um den seitlich am meisten hervorspringenden Schilddrüsenlappen. Durch den gekrümmten Verlauf entstehen wieder neue Spannungsdifferenzen, welche zur Folge haben, dass die Form der stromabwärts von der Mitte der Carotis angelegten Querschnittsfläche wieder mehr von der Kreisform abweicht Siehe Fig. 26 E.

Aus den angeführten Messungen geht somit hervor, dass die Ursache der Isthmusbildung der Carotis die von der Kreisfläche abweichende Form der Einflussöffnung dieses Gefässes ist.

Wir haben bereits früher die Thatsache kennen gelernt, dass die senkrecht zur Axe durchschnittene Gefässwand der Aorta ascendens und Subclavia sinistra an verschiedenen Stellen verschiedene Dicke zeigt. Auch diese Erscheinung findet ihre Erklärung in der von der Kreisform abweichenden Form der Einflussöffnung dieser Gefässe.

Carotis interna.

Eine im arteriellen Gefässsysteme einzig dastehende Erscheinung ist die locale Ausweitung des Anfangstheils der Carotis int. Diese, wie wir in der Folge sehen werden, ausserordentlich wichtige Thatsache war den Anatomen schon lange bekannt. Luschka[1] schildert die in Rede stehende Eigenthümlichkeit der Carotis int. mit folgenden Worten:

[1] Luschka, *Anatomie des Menschen.* Hals und Brust. S. 333.

„Von der Bifurcation der Carotis communis bis zur Apertura ext. canalis carotici, d. h. soweit die Carotis int. s. cerebralis dem Bezirke des Halses angehört, bietet sie eine durchschnittliche Länge von 6 ^{cm} und eine Dicke von 5 ^{mm} dar. Die Dicke ist jedoch beim erwachsenen Menschen in der Regel nicht im ganzen Verlaufe gleichförmig, sondern es besitzt die Ader an ihrem Anfange gewöhnlich eine leichte spindelförmige Auftreibung, welche in der Richtung nach hinten und aussen merklich stärker als im übrigen Umfange ist. Diese, gewissermaassen den normalen Prototyp eines Aneurysma fusiforme repräsentirende Erweiterung setzt sich bisweilen, aber durchaus nicht immer, auf das obere Ende der Carotis primitiva fort."

Krause[1] belegt den erweiterten Anfangstheil der Carotis int. mit dem passenden Namen Bulbus caroticus int. Er sagt:

„An ihrem (Carotis int.) Ursprunge von der gabelförmigen Theilung der Carotis communis im Trigonum cervicale ist die überhaupt im Mittel 6,2 ^{mm} dicke, linkerseits gewöhnlich etwas stärkere innere Kopfschlagader in der Regel durch eine spindelförmige Anschwellung, Bulbus caroticus int., erweitert. Diese Anschwellung hat 7 bis 10 ^{mm} Durchmesser auf etwa 10 bis 14 ^{mm} Länge und eine etwas dickere Wandung, als die Arterie selbst."

Während die äussere Form dieses Theiles der Carotis int. genau und treffend beschrieben ist, findet sich bei den genannten Autoren keine Angabe über die dem Bulbus caroticus int. zu Grunde liegende etwaige Ursache. Anlässlich meiner Messungen an der Carotis communis ist mir diese starke Erweiterung des Anfangstheiles der Carotis int. ebenfalls aufgefallen. Indem ich diesem Punkte meine Aufmerksamkeit zuwandte und zugleich durch die Güte des Hrn. Prof. His in die glückliche Lage versetzt war, eine Reihe von Injectionspraeparaten der Carotis communis und ihrer Aeste zu studiren, ist es mir gelungen, diese Erscheinung auf ihre Ursache zurückzuführen. Bevor ich indessen auf die Besprechung der Ursache des Bulbus caroticus int. eingehe, mögen hier zunächst meine Beobachtungen über die äussere Form des Anfangstheils der Carotis int. folgen.

Vergleicht man eine Reihe von Injectionspraeparaten, so zeigen sich bei verschiedenen Individuen grosse Differenzen in der Form des in Rede stehenden Gefässabschnittes. Bei dem einen Individuum ist der Bulbus caroticus int. sehr schwach, bei einem anderen ausserordentlich stark entwickelt, bei einem dritten endlich findet sich gar keine Erweiterung des Anfangstheiles der Carotis int. In den zwei Abbildungen Fig. 27 u. 28 habe ich die äussersten Extreme, die mir in die Hände gekommen sind, nebeneinander gestellt.

---

[1] Krause, *Handbuch der menschlichen Anatomie.* S. 595.

Man sieht, dass in Fig. 27 Taf. XV der Anfangstheil der Carotis int. nicht erweitert, dagegen das Ende der Carotis communis windkesselartig aufgetrieben ist. Besonders betrifft diese Auftreibung die der Ursprungsstelle der Art. thyreoidea sup. zugehörige Seite der Carotis communis. Stellt man diesem Praeparate dasjenige in Fig. 28 Taf. XV gegenüber, so fällt sofort der grosse Unterschied dieser beiden Gefässe auf. In dem Praeparate, Fig. 28, ist der Endtheil der Carotis communis nicht erweitert, dagegen findet sich ein sehr starker Bulbus caroticus int. Die Natur dieser Erweiterung erhellt am Besten aus folgenden Maassen:

Durchmesser der Carotis communis bei a, b . . . . . 8·9 mm;
Durchmesser des Anfangstheiles der Carotis int. bei a_1, b_1 10·9 mm;
Durchmesser der Carotis int. bei a_2, b_2 . . . . 5·9 mm.

Der Durchmesser des Bulbus caroticus int. ist somit beinahe zwei Mal so gross, als der der übrigen Arterie.

Zwischen diesen in den Figg. 27 und 28 dargestellten Extremen existiren nun eine Reihe von Zwischenstufen. So stellt zum Beispiel Fig. 29 eine Carotis dextra mit sehr schwach ausgebildetem Bulbus dar.

Dieses Praeparat verdient noch deshalb ein besonderes Interesse, als in diesem Falle die Carotis communis dext. blos eine Länge von 3 cm hatte, somit die Carotis int. dextr. ungefähr 3·5 cm länger war als normal.

Was die Häufigkeit des Vorkommens des Bulbus caroticus int. anbetrifft, so gehören nach meinen Erfahrungen diejenigen Fälle, in denen gar keine Erweiterung des Anfangstheils der Carotis int. beobachtet wird, zu den Seltenheiten. Die Mehrzahl der Gefässe, sowohl im injicirten als frischen Zustande, zeigt die Bulbusbildung.

Die Carotis int. beschreibt oberhalb ihres Bulbus eine schwache Biegung nach hinten und innen und steigt alsdann gerade aufwärts. Ihr Verlauf bis zum Canalis caroticus ist nicht bei allen Menschen derselbe. Bei den einen Individuen begiebt sich die Arterie in ziemlich gerader Linie nach aufwärts; bei anderen hingegen beschreibt die nämliche Arterie starke Windungen, die mitunter bis dicht unter die innere Oberfläche des Pharynx vordringen. Einen solchen geschlängelten Verlauf der Carotis int. zeigt z. B. Fig. 28.

Mit dem Eintritt der Art. carotis int. in den Canalis caroticus beginnt eine Reihe regelmässiger Biegungen, deren genauere Beschreibung in den Handbüchern der Anatomie nachzusehen ist.

Entsprechend der Kalibervergrösserung des Anfangstheils der Carotis int. ergiebt nun die Messung, dass die Gefässwand des Bulbus eine grössere Dicke besitzt, als die Wandung der übrigen Arterie. Ich lasse hier

einige an verschiedenen Artt. carot. int. ausgeführten Wanddickebestimmungen folgen:

I. Carotis int.

	Convexe Seite.	Concave Seite.
Wanddicke des Bulbus am Anfang . . .	0·903 mm	0·607 mm
Wanddicke des Bulbus in der Mitte . .	0·834 mm	0·652 mm
Wanddicke des Bulbus am Ende . . .	0·622 mm	0·503 mm

II. Carotis interna.

	Vordere Seite (Mitte).	Hintere Seite (Mitte).
Wanddicke des Bulbus am Anfang . .	0·958 mm	0·943 mm
Wanddicke des Bulbus in der Mitte .	0·819 mm	0·644 mm
Wanddicke des Bulbus am Ende. . .	0·613 mm	0·606 mm

Aus diesen Wanddickebestimmungen geht hervor, dass der Druck von der Ausflussöffnung der Carotis int. bis zu der Stelle, wo der Bulbus in die fernere Arterie übergeht, rasch sinkt, um dann im weiteren Verlaufe des Gefässes annähernd auf gleicher Höhe zu bleiben. Entsprechend der grösseren Wanddicke des Bulbus carotis int. ist denn auch der Querschnitt dieses Gefässabschnittes bedeutend grösser als der der übrigen Arterie, wie aus folgenden Zahlen hervorgeht.

Carotis interna (Gypsausguss).

Querschnitt des Bulbus, Anfangstheil . . .	34·8 □mm
Querschnitt des Bulbus am Ende	16·8 □mm

Der Bulbus caroticus int. kann nicht allein auf die Form der Ausflussöffnung als Ursache dieser Erscheinung zurückgeführt werden. Dies leuchtet ein, wenn man die Flächeninhalte zweier Querschnitte eines Gefässes, dessen Ausflussöffnung die nämliche Form wie die der Carotis int. besitzt, mit den entsprechenden Querschnitten der Carotis int. vergleicht. Nun hat die Ausflussöffnung der Carotis communis dextra annähernd dieselbe Form wie die der Carotis int. Man sieht aber aus folgender Tabelle, dass die Form der Ausflussöffnung den Bulbus caroticus int. nicht zu erklären vermag.

	Carotis comm. dextr.	Carotis int.
Querschnitt unmittelbar über der Ausflussöffnung	41·2 □mm	34·8 □mm
Querschnitt 2 cm über der Ausflussöffnung . .	34·8 □mm	16·8 □mm
Verhältniss der Querschnitte	100:84	100:48

Es muss somit die Ursache des Bulbus caroticus int. eine andere sein. Folgender Versuch giebt einen werthvollen Fingerzeig zur richtigen Auffassung dieser Erscheinung. Verbindet man nämlich einen Kautschuk-

schlauch mit dem Hahne der Wasserleitung und verengert die Ausflussöffnung, so streckt sich bei einer gewissen Stromgeschwindigkeit der Schlauch. Verhindert man dessen Streckung, so biegt derselbe in weitem Bogen aus. Wird bei gleichbleibender Verengerung der Ausflussöffnung die Stromgeschwindigkeit noch mehr gesteigert, so weitet sich der dem Wasserhahn zunächstliegende Abschnitt spindelförmig aus. Die Ursache letzterer Erscheinung liegt darin, dass mehr Wasser in der Zeiteinheit einströmt als ausfliesst. Demzufolge wird ein Theil der lebendigen Kraft des in den Schlauch einströmenden Wassers in Druck umgewandelt und dieser höhere Druck im Anfangstheile des Schlauches erzeugt die spindelförmige Ausweitung.

Ein diesem Versuche ganz analoger Vorgang findet nun auch im Stromgebiete der Carotis int. statt. Die Carotis int. füllt nämlich den Canalis caroticus fast vollständig aus. Bei jeder Systole des Herzens wird das Arterienrohr der Carotis int. ausgeweitet. Während aber die Arterie ausserhalb des Canales den ausweitenden Kräften frei folgen kann, hindert im Canalis caroticus die starre Knochenmasse eine stärkere Ausdehnung des Gefässes. Aus der Ausweitung des Anfangstheiles der Carotis int. müssen wir somit schliessen, dass während der Systole mehr Blut in die Arterie geworfen wird, als gleichzeitig abfliessen kann. Es tritt daher mit jeder Systole eine Erhöhung des Blutdruckes im Anfangstheile der Carotis int. ein.

Die Richtigkeit dieser Auffassung wird noch durch eine andere Thatsache bestätigt. Vergleicht man eine Reihe von Injectionspraeparaten der Art. carotis communis und ihrer Aeste, so findet man, dass das Caliber des Bulbus caroticus int. in einer gewissen Beziehung zu dem der Art. thyreoidea sup. steht. Ist nämlich das Caliber der Art. thyreoidea sup. sehr stark, wie es Fig. 27 Taf. XV zeigt, so existirt kein Bulbus caroticus int. Die Erweiterung beschränkt sich in diesem Falle auf den Endtheil der Carotis communis und die Ursprungsstelle der Art. thyreoidea sup. Besitzt dagegen die Art. thyreoidea sup. ein schwaches Caliber, so findet sich ein starker langer Bulbus. Von der Richtigkeit dieser Beziehung habe ich mich an einer Reihe von Praeparaten überzeugen können. — Aber nicht nur zwischen dem Bulbus der Carotis int. und dem Caliber der Art. thyreoidea sup. herrscht die erwähnte Beziehung, sondern auch zwischen letzterem und den Windungen, welche die Art. carotis int. vom Ursprung derselben bis zum Canalis caroticus beschreibt. Je kleiner nämlich das Caliber der Art. thyreoidea ist, um so stärkere Windungen beschreibt die Art. carotis int. und umgekehrt. — Es ist noch zu erwähnen, dass auch bei schmächtiger Art. thyreoidea sup. ausnahmsweise kein Bulbus caroticus int. beobachtet wird. Ist nämlich der Canalis 'caroticus verhältnissmässig weit, so fällt natürlich die Ursache der Druckerhöhung im Anfangstheile der Carotis int. weg. Ueber die Weite des Canalis caroticus verschiedener Individuen fehlen

bis jetzt grössere Beobachtungsreihen. Ich behalte mir vor, in Bezug auf diesen Punkt noch vergleichende Messungen auszuführen.

Alle die eben erwähnten Erscheinungen erklären sich ungezwungen, wenn man annimmt, dass bei jeder Systole mehr Blut in der Zeiteinheit in die Carotis int. geworfen wird als in der nämlichen Zeit durch den Querschnitt der Carotis int. innerhalb des Canalis caroticus abfliessen kann. Hat die in der Regel gegenüber der Ausflussöffnung der Carotis int. aus der Carotis communis entspringende Art. thyreoidea sup. ein starkes Caliber, so leuchtet ein, dass der mit der Systole auftretende höhere Druck im Anfangstheile der Carotis int. rasch abnimmt, indem das unter einem höheren Drucke stehende Blut im Bulbus caroticus int. durch das weite einem Hahn gleichende Rohr der Art. thyreoidea sup. abströmen kann. Ist dagegen das Caliber der Art. thyreoidea sup. klein, so erfolgt der Druckausgleich nicht so rasch. Die Folge hiervon ist, dass einerseits das Gefäss sich krümmt, andererseits die durch den höheren Druck bedingte Erweiterung der Ursprungsstelle eine Strecke weit auf das Gefäss fortschreitet. Der Vorgang, der sich hier abspielt, ist folgender. Hat nämlich der der Ausflussöffnung zunächst liegende Abschnitt seine maximale Ausweitung (die für eine so kleine hier in Betracht kommende Zeit sehr beschränkt ist) erreicht, so erfährt der nächstanliegende Abschnitt eine Erweiterung. Da nun aber der Druck stetig sinkt, indem continuirlich eine, wenn auch geringe Menge Blut durch die schmächtige Art. thyreoidea sup. abströmt, so ist die Folge davon, dass jeder weitere Gefässabschnitt eine geringere Dehnung erfährt. Dementsprechend zeigt der Bulbus caroticus int. eine ausgesprochene Trichterform (siehe Fig. 28 Taf. XV). Ist der Druckausgleich erfolgt, so fällt die Ursache, welche diese locale Ausweitung der Carotis int. bedingte, weg. Man sieht somit, dass eine solche locale Erweiterung nur denkbar ist, wenn die die Ausdehnung des Rohres bewirkende Druckerhöhung periodisch erfolgt. Wäre die Druckerhöhung eine constante, so müsste die Art. carotis int. vom Ursprunge bis zum Eintritt in den Canalis caroticus gleichmässig erweitert werden. Mit dieser theoretischen Betrachtung stimmt denn auch die Beobachtung vollständig überein. Vergleicht man die Figg. 27 und 28, so überzeugt man sich sofort, dass die Länge des Bulbus caroticus int. im umgekehrten Verhältniss zu dem Caliber der Art. thyreoidea sup. steht.

Der Nutzen dieser Einrichtung für das Gehirn ist folgender. Dadurch dass die Ausdehnung der Gefässwand der Carotis int. im Canalis caroticus eine sehr beschränkte ist, hat dieser Gefässabschnitt der Carotis mehr den Charakter eines starren Rohres. Die Folge hiervon ist, dass die Blutwelle an dem Canalis caroticus zum Theil reflectirt, zum Theil sehr abgeschwächt weiter verläuft. Auf diese Weise wird die zarte Hirnsubstanz vor

mechanischen Stössen eines ergiebig sich ausdehnenden Arterienrohres geschützt.

Wenn nun schon diese Einrichtung bei ruhiger Herzaction von hervorragendem Nutzen für eine normale Function des Gehirns ist, so ist dies noch viel mehr der Fall bei stürmischer Herzarbeit. Ohne diese wunderbare Schutzvorrichtung würde das zwischen den Gefässschlingen liegende Hirngewebe in gröbster Weise durch die sich mächtig ausdehnenden Gefässe gepresst. In der Glandula thyreoidea haben wir somit eine bewunderungswürdige Ventilvorrichtung, welche den Canalis caroticus von der sonst unvermeidlichen Usur seiner Wandung schützt und damit das Gehirn vor plötzlichen Ueberschwemmungen bewahrt.

Zu Gunsten dieser bereits schon früher von Liebermeister[1] aus klinischen Gründen ausgesprochenen Auffassung der Glandula thyreoidea als eines Regulators für die Blutbewegung im Gehirn spricht das Auftreten eigenthümlicher Gehirnerscheinungen, welche Kocher[2] an Individuen, denen die ganze Schilddrüse entfernt worden war, beobachtet und mit dem Namen der Cachexia strumipriva belegt hat.

Aorta thoracica.

In dem beinahe geradlinig verlaufenden Rohre der Aorta thoracica geschieht die Bewegung der Flüssigkeitstheilchen annähernd parallel. Dies geht aus der Thatsache hervor, dass die Wanddickegrössen verschiedener Stellen desselben Querschnitts der Aorta thoracica nicht wesentlich von einander abweichen. So ergiebt z. B. die Messung eines in der Mitte der Länge der Aorta thoracica angelegten und in verschiedene Zonen getheilten Querschnittes folgende Zahlen:

Wanddicke in Zone a	1·331 mm	Wanddicke in Zone e	1·377 „
„ „ „ b	1·324 „	„ „ „ f	1·431 „
„ „ „ c	1·366 „	„ „ „ g	1·470 „
„ „ „ d	1·368 „	„ „ „ h	1·366 „

In Uebereinstimmung mit dem Resultate der Wanddickebestimmungen ist denn auch die Form der vom Gypsausguss der Aorta thoracica in der Mitte ihrer Länge angelegten Querschnittfläche annähernd die einer Kreisfläche.

[1] Liebermeister, Ueber eine besondere Ursache der Ohnmacht und über die Regulirung der Blutvertheilung nach der Körperstellung. *Prager Vierteljahrsschrift.* 21. Jahrgang. Bd. III.

[2] Kocher, Ueber Kropfexstirpation und ihre Folgen. *Archiv für klinische Chirurgie.* Bd. XXIX.

Schneidet man die Wandung der Aorta thoracica auf ihrer Vorderseite auf und bestimmt die Wanddicke der erhaltenen Schnittfläche in successiven Abständen, so erhält man die Curve Taf. XIV Fig. 30. Dieselbe lehrt, dass auch die Gefässwand der Aorta thoracica gegen die Ursprungsstelle eines Astes hin an Mächtigkeit zunimmt, indem die Ordinaten von u nach w, wo die Art. coeliaca aus der Aorta abdominalis entspringt, rasch zunehmen.

Arteria iliaca communis und ext.

Die Art. iliaca communis und ext. geben in ihrer Wandung ein ebenso getreues Abbild der Strömmungsverhältnisse des durch diese Gefässe gehenden Blutstromes wie die Gefässwand der bereits angeführten Arterien. Sämmtliche Thatsachen, welche wir als den verschiedensten Arterienbahnen gemeinsam kennen gelernt haben, deckt die Messung auch an der Gefässwand der Art. iliaca communis und iliaca externa auf. So zeigt z. B. die Curve in Fig. 31 und 32 Taf. XIV, dass die Rohrwand gegen die Abgangsstelle von Aesten an Dicke zunimmt.

Die Querschnittscurven der Iliaca communis dextr. und sin. lehren ferner, dass die Querschnittsfläche einer Arterie unmittelbar vor der Abgangsstelle von Aesten, entsprechend der mächtigeren Wanddicke, grösser ist, als die einer mehr central gelegenen Stelle (Taf. VIX, Fig. 33 u. 34).

Ausser diesen, sämmtlichen grösseren Arterien gemeinsamen Thatsachen, zeigen die in Rede stehenden Arterien noch Erscheinungen, welche durch den besonderen Verlauf dieser Gefässe, Astabgabe u. s. w. bedingt sind. Die wichtigste Erscheinung in diesem Gefässgebiete ist nun die enorme Wandstärke des Anfangstheiles der Cruralis im Vergleich zu der Wanddicke der Art. iliaca ext. Vom Poupart'schen Bande an nimmt, wie die in Fig. 32 dargestellte Curve zeigt, die Gefässwand der Cruralis rasch gegen die Abgangsstelle der Art. femoralis prof. zu. Die Ursache dieser rasch erfolgenden Wanddickezunahme der Art. cruralis gegen die Abgangsstelle der Art. fem. prof. kann nicht auf die etwaige, von der Schwere abhängige Differenz des Druckes in der Art. iliaca ext. und Art. cruralis zurückgeführt werden, da die Höhendifferenz dieser beiden Stellen nur einige Centimeter beträgt. Und doch müssen wir mit Nothwendigkeit aus den Wanddickebestimmungen der Art. cruralis schliessen, dass während des Lebens der Druck im Anfangstheile der Art. cruralis bedeutend höher ist, als in der Arteria iliaca ext. Die folgenden physiologischen Thatsachen ermöglichen eine befriedigende Erklärung dieser Erscheinung. Humilewski[1]

[1] Humilewski, Ueber den Einfluss der Muskelcontractionen der Hinterextremität auf ihre Blutcirculation. *Dies Archiv.* Physiol. Abth. 1886. Hft. 2.

hat nämlich gefunden, dass der Blutdruck sowohl in der Arterie wie in der Vene jedesmal auf Reizung des peripheren Stumpfes des Ischiadicus oder Cruralnerven in die Höhe geht und zwar direct proportional zur Stärke des Reizes (Muskelcontractionen). Die Ursache dieser Druckerhöhung liegt nun, wie Humilewski nachgewiesen hat, nicht in dem Effect der Reizung der Vasomotoren, sondern in den durch die Reizung des Nerven ausgelösten, energischen Muskelcontractionen. Denn je mehr Nervenzweige gereizt werden, je energischere Muskelcontractionen demnach stattfinden, desto höher steigt der Blutdruck bei der Nervenreizung und desto tiefer fällt er nach der Reizung. Beim vollkommenen Ausfall der Muskelcontractionen, wenn die Endplatten der motorischen Nerven durch Curare gelähmt worden sind, bleibt die Reizung der Nerven auf den Blutdruck einflusslos. Kein Muskelgebiet befindet sich aber während des Lebens beim Menschen so häufig in Thätigkeit wie die Musculatur des Ober- und Unterschenkels. Es ist daher nach den Versuchen von Humilewski einleuchtend, dass gerade vor der Abgangsstelle der mächtigsten Muskelarterie des Menschen wiederholt eine bedeutende Druckerhöhung während des Lebens statthaben muss.

Um den systematischen Gang dieser Untersuchung nicht zu unterbrechen, habe ich mich bis dahin darauf beschränkt, die für die Gefässwand sämmtlicher grösseren Arterien gültigen Gesetze festzustellen. Es erübrigt nun noch eine Reihe nicht minder interessanter Erscheinungen zu besprechen die allerdings nicht mehr in einem so engen Verbande wie die früheren besprochen werden können. Der hier folgende Abschnitt wird daher eine Reihe ganz verschiedener Erscheinungen nebeneinander behandeln.

Die Ursache, weshalb der Querschnitt einer Arterie vor der Abgangsstelle eines Astes grösser ist als der einer mehr central gelegenen Stelle, ist zur Zeit noch nicht ermittelt. Das Experiment beantwortet diese Frage nicht. Verbindet man einen möglichst dünnwandigen Kautschukschlauch mit dem Hahne der Wasserleitung und bringt an zwei ca. 5 ^{cm} von einander entfernten Stellen der Rohrwand je ein Manometer an, so steht, wenn ein Wasserstrom durch die Röhre geht, die Quecksilbersäule in dem stromabwärts liegenden Manometer niedriger als in dem der Einflussöffnung näheren Manometer. Dieses Verhältniss der Manometerabstände ändert sich auch dann nicht, wenn das Rohr unterhalb des weiter stromabwärts gelegenen Manometers künstlich verengert wird. Stets zeigt das der Einflussöffnung nähere Manometer einen höheren Stand. In diesem Experimente ist der Widerstand, den der Blutstrom an den Pfeilern der abgehenden Aeste erleidet, durch eine Verengerung des Lumens bewirkt. Aus dem negativen Resultate des eben mitgetheilten Versuches müssen wir schliessen,

dass in dem stossweisen Einströmen des Blutes Momente gegeben sind, die das an den Arterien beobachtete abweichende Verhalten des Lumens zur Folge haben. Die Ermittelung dieser Kräfte ist vorderhand ein noch zu lösendes Problem.

Obschon das vorausgeschickte Experiment diese am arteriellen Gefässrohr gefundene Erscheinung nicht erklärt, so spricht doch eine Thatsache mit zwingender Nothwendigkeit dafür, dass der Widerstand, den der Blutstrom jeweilen an der Abgangsstelle von Aesten erfährt, die letzte Ursache der unmittelbar vor dem Abgange von Aesten beobachteten grösseren Querschnittsfläche des Hauptstammes ist. Die Beobachtung hat nämlich ergeben, dass der Querschnitt eines Arterienstammes unmittelbar vor der Abgangsstelle von Aesten um so grösser ist, je mehr Gefässe von demselben Querschnitte des Hauptstammes entspringen. Besonders deutlich zeigt sich diese Erscheinung an dem Anfangstheile der Art. subclavia. Die Art. subclavia bietet nämlich hinsichtlich der Ursprungsstellen der Art. vertebralis, truncus thyreo-cervicalis u. s. w. bei verschiedenen Individuen grosse Abweichungen dar. Bei einer Classe von Arterien liegen die Ursprungsstellen genannter Gefässe sehr weit auseinander; bei anderen dagegen sind die Abgangsstellen der nämlichen Gefässe nur durch kurze Strecken getrennt. Bei der ersten Classe von Subclavien ist die Erweiterung des Lumens der Subclavia vor dem Abgang der Aeste nur wenig, bei der zweiten dagegen sehr deutlich ausgesprochen. Es giebt nun Fälle, wo die Art. vertebralis, der Truncus thyreo-cervicalis, die Mammaria int., der Truncus costo-cervicalis wie die Speichen eines Rades von der Subclavia, als Axe gedacht, abgehen. Bei dieser Gefässanordnung ist der unmittelbar vor den Aesten befindliche Abschnitt der Art. subclavia derart erweitert, dass der astlose Anfangstheil der Subclavia die Form eines Conus hat. Ein solches Praeparat ist auf Taf. XV Fig. 35 abgebildet.

Die eben besprochenen localen Ausweitungen des Arterienrohres scheinen die Function von Windkesseln zu haben. Eine solche Wirkungsweise ist bei der Annahme, dass die während der Systole in den vor der Abgangsstelle von Aesten gelegenen Abschnitt geworfene Blutmenge nicht in der nämlichen Zeit durch die Fortsetzung des Stammes und die abgehenden Aeste abströmen kann, sehr leicht verständlich. Weitere Untersuchungen werden lehren, ob diese Annahme richtig ist.

Die wunderbare Eigenschaft der Gefässwand, sich dem Blutstrom anzuschmiegen, ohne ihn zu verändern, giebt ein beredtes Zeugniss von der Oeconomie des Organismus. Während in jeder Wasserleitung ein grosser Theil der lebendigen Kraft durch Wirbel, die an den Einflussstellen der Seitenleitungen entstehen, verloren geht, ist in den Arterien alles darauf

angelegt, den Blutstrom vor solchen Verlusten an lebendiger Kraft zu schützen.

So hat W. Roux[1] gezeigt, dass die Blutgefässe nicht mit ihrem weiteren Verlaufe entsprechender cylindrischer, sondern mit conischer Gestalt entspringen. Der Nutzen dieser Einrichtung wird sofort klar, wenn man die Ergebnisse der hydraulischen Experimente[2] bei dieser Betrachtung in Erwägung zieht. Das Experiment lehrt nämlich, dass das Wasser durch Mündungen, welche nach der Gestalt des contrahirten Strahles geformt sind, mit einer Geschwindigkeit ausfliesst, welche 96 bis 98 Procent der theoretischen Geschwindigkeit ist, während die Geschwindigkeit des Wassers, welches, alle anderen Bedingungen gleichgesetzt, durch eine kurze cylindrische Röhre ausfliesst, bloss 81 Procent der theoretischen Geschwindigkeit beträgt. Dadurch, dass sich die Gefässwand dem contrahirten Blutstrome anschmiegt, ist die Wirbelbildung um die Contractionsstelle und somit ein Verlust an lebendiger Kraft vermieden. Die lehrreichsten Bilder über die in Rede stehenden Verhältnisse erhält man, wenn das abgehende Gefäss in einer Ebene, die parallel zur Axe des Gefässes ist, durchschnitten wird. Auf den gütigen Rath von Hrn. Prof. His habe ich dadurch sehr schöne Durchschnittsbilder von abgehenden Gefässen erhalten, dass ich letztere mit 0·5 procentiger Chromsäurelösung ausspritzte und damit gefüllt in die nämliche Lösung legte. Die Gefässe erhalten bei dieser Behandlungsweise einen solchen Grad von Festigkeit, dass man sie mit dem Messer schneiden kann, ohne die Form zu verändern. Taf. XV Fig. 41 zeigt einen solchen Längsschnitt der Aorta thoracica des Pferdes.

An der Gefässwand der Pferdeaorta sind die Wanddickenunterschiede nahe bei einanderliegender Strecken des Gefässrohres so bedeutend, dass erstere auch ohne Messung dem Auge sofort auffallen. Fig. 36 Taf. XV stellt einen Längsschnitt durch die Aorta ascendens dar, an welchem man die Wanddickenunterschiede verschiedener Stellen des Gefässes sehen kann.

Ueber die Formverhältnisse pathologisch veränderter Gefässe.

Während an normalen, gesunden Arterien der Grössenunterschied zwischen dem Lumen einer Arterie kurz vor der Abgangsstelle von Aesten und demjenigen einer weiter centralgelegenen Stelle zwar durch Messung festgestellt, aber vom blossen Auge kaum zu erkennen ist, fällt an Gefässen mit krankhaft veränderter Wandung dieser Unterschied sofort in die Augen. Die atheromatöse Erkrankung der grösseren Gefässstämme ist in ihrer äusseren Form durch den Wechsel von engen und weiten Gefässabschnitten charak-

[1] W. Roux, *Ueber die Verzweigungen der Blutgefässe.*

[2] Weisbach, a. a. O.

terisirt. Nun lehrt die Beobachtung, dass die Erweiterung des Lumens am häufigsten diejenigen Gefässabschnitte betrifft, wo unmittelbar nachher Aeste abgehen, und zwar ist diese Erscheinung so gesetzmässig, dass an einem längeren, atheromatös erkrankten Arterienabschnitte so viel erweiterte Gefässpartien sich finden, als Hauptäste abgehen. So zeigt die aus Cruveilhier's Atlas beigegebene Copie Taf. XV Fig. 37 einer atheromatösen Aorta, dass vor den Abgangsstellen der Art. coeliaca und mesenterica sup., Art. renalis dextra, mesenterica inf., iliaca communis, iliaca externa dextra das Lumen des Hauptstammes jedesmal stark erweitert ist. Ausser den genannten Erweiterungen weist dieselbe Aorta noch in ihrem Spindelgebiete zwei Ausladungen auf, die die Wand der concaven und convexen Seite der Aortenspindel betreffen.

Aber nicht nur an der Aorta, sondern auch in anderen Gefässgebieten, deren Arterien atheromatös erkrankt sind, findet sich diese Erscheinung. Der in Fig. 38 Taf. XV abgebildete Gypsausguss stammt von einer atheromatösen Anonyma und Subclavia dextra. Man sieht auch hier, wie ausserordentlich vergrössert das Lumen der Subclavia unmittelbar vor der Abgangsstelle der Art. vertebralis im Verhältniss zu dem des Anfangtheiles der Subclavia ist. — Die Dehnung der Gefässwand atheromatös erkrankter Arterien ist somit an den Stellen am ausgesprochensten, wo schon normal der Blutdruck erhöht ist.

Diejenigen Gefässabschnitte, an denen erfahrungsgemäss am häufigsten wahre Aneurysmen beobachtet werden, sind in erster Linie die Aorta ascendens und der Arcus Aortae; dann folgen die Art. poplitea, die Theilungsstelle der Carotis communis, die Art. axillaris. In allen diesen Gefässabschnitten ist schon unter normalen Verhältnissen der Blutdruck während des Lebens dauernd oder wenigstens sehr oft erhöht. So wissen wir bereits aus früheren Untersuchungen, dass der aus dem Herzen kommende Blutstrom von der convexen Wand der Aorta ascend. um beinahe 90° abgelenkt wird. Einer solchen Ablenkung des Blutstromes entspricht aber ein Druck von der Höhe des hydrostatischen. — Am Arcus Aortae sind es namentlich die Pfeiler und ihre unmittelbare Umgebung, welche den Blutstrom zu brechen und dementsprechend einen den normalen weit übersteigenden Druck zu erleiden haben.

Die Art. poplitea, welche nach der Aorta ascendens am häufigsten von dem aneurysmatischen Processe befallen wird, erfährt in Folge ihrer anatomischen Lage und der grossen Excursionsweite des Kniegelenkes während des Lebens häufig eine Knickung des Rohres. Die Folge einer solchen Knickung des Arterienrohres ist stets eine bedeutende Druckerhöhung unmittelbar oberhalb der verengten Stelle. Als weiteres drucksteigerndes Mo-

ment kommt noch hinzu, dass nach den Untersuchungen von Humilewski[1] bei starker Muskelanstrengung der Druck in der Cruralis der betreffenden Extremität erheblich steigt und zwar proportional der Stärke der Muskelcontractionen.

Die Wandung der Theilungsstelle der Carotis communis und des Anfangstheiles der Carotis int. erfährt während jeder Systole eine Druckerhöhung dadurch, dass die in der Zeiteinheit in die Carotis int. geworfene Blutmenge nicht vollständig durch das im canalis caroticus befindliche Stück der Arterie abfliessen kann. Und was schliesslich die Art. axillaris anlangt, so weist die anatomische Untersuchung nach, dass bei jeder kräftigen Abduction und Erhebung des Armes die axillaris oberhalb von der Ursprungsstelle der Art. subscapularis eine Verengerung ihres Lumens erfährt. Ja wie die Erfahrung am Lebenden zeigt, kann durch forçirte Abduction und Elevation des Oberarmes die Arterie so plattgedrückt werden, dass der Puls in der Radialis verschwindet. Es ist somit auch diese Gefässpartie während des Lebens häufig einem erhöhten Drucke ausgesetzt.

Wir sehen nun, dass die Natur diese am meisten gefährdeten Stellen des Gefässsystems mit besonderen Schutzvorrichtungen ausgestattet hat. So ist die convexe Wand der Aorta ascendens derart mit den Pfeilern und den Reactionsstellen verkoppelt, dass die einzelnen Kräfte nicht einseitig wirken können. Es wird z. B. der aus der Ablenkung des Blutstromes resultirende Druck auf die Gefässwand der Convexität der Aorta asc. durch einen annähernd gleichen Druck, der die Pfeiler in entgegengesetzter Richtung zu verschieben sucht, aufgehoben.

Die Schutzvorrichtung der Art. poplitea besteht in einer reichlichen Einlagerung von glatten Muskelzellen in die Gefässwand dieser Arterie und zwar übertrifft, wie ich aus einer mündlichen Mittheilung meines hochverehrten ehemaligen Lehrers Herrn Prof. Eberth erfahren habe, dieser Gefässabschnitt alle anderen gleichkalibrigen Gefässe an Mächtigkeit der Muskelschicht. Die durch höheren Druck gedehnte Wandung der Art. poplitea wird daher im gewöhnlichen Leben stets durch die kräftige Contraction der in ihrer Wand gelegenen, reichlichen Muskelzellen auf ihren normalen Zustand zurückgeführt. Was endlich die Theilungsstelle der Carotis communis und den Anfangstheil der Carotis internus betrifft, so wissen wir, dass die von jeder Systole begleitete Druckerhöhung dadurch unschädlich gemacht wird, dass das in diesem Gefässabschnitte unter einem höheren Drucke stehende Blut rasch durch die Art. thyreoidea sup. abströmen kann.

Wenn nun auch diese eben aufgeführten Schutzvorrichtungen die Gefässwand während des gewöhnlichen Lebens vor einer bleibenden Ueberdehnung schützen, so reichen dieselben, wie die Erfahrung zeigt nicht mehr

[1] Humilewski, a. a. O.

aus, wenn die Drucksteigerungen sehr hoch sind und dabei während einer längeren Zeit und wiederholt wirken. Die Statistik weist nach, dass das Aeurysma im Allgemeinen eine exquisite Krankheit des Arbeiterstandes ist. So hat Richter[1] nachgewiesen, dass eine gewisse Klasse von Arbeitern in St. Franzisco, die sog. Longshoremen (Hafenarbeiter), das grösste Contingent zu den Aortenaneurysmen liefern. Richter führt die Ursache dieser Erscheinung darauf zurück, dass diese Classe von Leuten eine ausserordentlich reich belohnte, aber ihre Kräfte oft weit übersteigende Arbeit zu verrichten haben, indem dieselben schwere Lasten viele Stunden lang ohne Rast zu heben haben. Dabei sollen diese Leute, in Folge des reichlichen Verdienstes, sehr dem Alkoholismus fröhnen.

Wenn man bedenkt, dass neben der durch die Muskelanstrengung gesetzten Druckerhöhung noch die Wirkung tiefer Einathmung und forçirten Ausathmungsversuchen bei geschlossener Stimmritze hinzutritt, so ist es erklärlich, wenn auch schliesslich die erwähnten Schutzbarrièren durchbrochen werden. Ist aber die Gefässwand einmal überdehnt, so kehrt dieselbe niemals mehr auf ihren normalen Zustand zurück; dagegen wird jede neu hinzutretende Schädlichkeit die in ihrer Structur veränderte Gefässwand noch mehr lädiren.

Im Vorhergehenden habe ich gezeigt, dass der erhöhte Druck als eine wesentliche Ursache des aneurysmatischen Processes angesehen werden muss. Aber auch der gewöhnliche Blutstrom scheint unter gewissen Bedingungen die Gefässwand abzunutzen. Eine dahingehende Beobachtung, welche ich weder in den Handbüchern der patholog. Anatomie beschrieben noch in Cruveilhier's citirtem Atlas abgebildet gefunden habe, will ich in Kürze anführen. Man findet nämlich oft an Arterien (hauptsächlich an der Carotis communis und Aorta thoracica von Individuen mittleren und höheren Alters), deren Innenfläche dem Gefühle nach noch glatt erscheint, gelbe, der Längsachse des Gefässes parallel verlaufende Streifen. Diese Streifen die Taf. XV, Fig. 39 a u. b abgebildet sind und die ich Drucklinien nennen will, sind nichts anders als fettig entartete Intimapartien.

In welcher Beziehung diese Drucklinien zu der Constitution des Blutstromes stehen, werde ich in einer weiteren Untersuchung festzustellen versuchen.

Eine Reihe von schönen Praeparaten über die in Rede stehenden Veränderungen verdanke ich der Güte des Hrn. Dr. Huber, I. Assistenten am pathologischen Institute zu Leipzig, welcher mir in liebenswürdigster Zuvorkommenheit sein Material zur Verfügung stellte. Ich erlaube mir, an dieser Stelle Hrn. Dr. Huber meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

[1] Richter, Zur Statistik der Aneurysmen, besonders der Aorta-Aneurysmen, sowie über die Ursache derselben. *Archiv für klinische Chirurgie.* Bd. XXXII.

Nachruf.

Der Verfasser obigen, in so erfolgreicher Weise ein neues Forschungsgebiet erschliessenden Aufsatzes sollte das Erscheinen seiner Arbeit nicht mehr erleben. Durch eine rapid sich ausbreitende Lungenkrankheit ist er am 25. August d. J. im Alter von 31 Jahren dahingerafft worden.

Hans Stahel wurde den 12. Februar 1855 in Turbenthal Ct. Zürich geboren; einziges Kind seiner Eltern, verlor er den Vater in früher Jugend und wurde nun von der Mutter auf das sorgsamste gepflegt und erzogen. Von 1867 ab hat er das Gymnasium in Zürich besucht und sich durch grossen Fleiss ausgezeichnet, so dass er 1873 mit der Censur I zur Universität entlassen werden konnte. Er studirte in Zürich und bestand 1877 die eidgenössische Staatsprüfung. Nach kurzer Thätigkeit an der chirurgischen Klinik unter Hrn. Prof. Rose ging er als Assistent zu Hrn. Prof. Eberth an die pathologische Anstalt über und verblieb hier 1878—1880. Seine Inauguraldissertation vom Jahre 1880 behandelt die Bluterkrankheit und trägt den Titel „Die Haemophilie in Wald". Nachdem Hr. Stahel 1881 noch die Kliniken von Berlin und von Bern besucht hatte, liess er sich in Affoltern am Albis als Arzt nieder und verheirathete sich daselbst. Nach 3 jähriger Thätigkeit gab er indessen die Praxis wieder auf und kam im Herbst 1884 behufs anatomischer Studien nach Leipzig. Als ob durch die mehrjährige ärztliche Thätigkeit sein theoretischer Wissensdrang gestaut worden wäre, warf er sich mit eiserner Energie auf die Arbeit und während der $1^1/_2$ Jahre seines Leipziger Aufenthaltes hat er sich niemals eine Ausspannung gegönnt. Das Archiv enthält aus dieser Zeit von ihm vier grössere Aufsätze, die er theils in der Abtheilung von Hrn. Prof. Braune, theils in der meinigen ausgeführt hat.

Gegen Pfingsten stellte sich ein von den Aerzten nicht für unbedenklich gehaltener Catarrh ein. Mit schwerem Herzen entschloss sich Hr. Stahel zu einer Unterbrechung seiner Thätigkeit und er ging auf kurze Zeit in die Thüringer Berge. Ungebessert kam er indessen wieder und, trotz täglich neu auftretenden Fiebers, versuchte er nun, noch eine Weile weiter zu arbeiten. Erst mit dem Ende des Semesters kehrte er nach der Schweiz zurück. Kaum in Zürich angelangt, wurde er von heftigen Lungenblutungen befallen, welche sich in rascher Folge wiederholten, und denen er zum Schmerz seiner jungen Gattin, sowie seiner Mutter und seiner Freunde nach wenigen Tagen erlegen ist.

Ein edler Forscher ist mit Dr. Stahel dahingeschieden, ein Mann, der mit seltener Hingebung und Treue seine Aufgaben erfasst und der in ungewöhnlichem Maasse die Gabe besessen hat, in seinen Gegenstand sich zu vertiefen und ihm durch andauerndes Nachdenken fort und fort neue Seiten abzugewinnen. Eine gediegene physiologische Bildung verlieh ihm dabei den Sinn für strenge wissenschaftliche Methodik. Stahel's äusseres Wesen war still, seine Denkweise einfach und sein Charakter unbedingt lauter und zuverlässig. Die Arbeit, von welcher obiger Aufsatz den zweiten Theil bildet, wird ihm m. E. einen bleibenden Platz in der Geschichte unserer Wissenschaft sichern, denn sie enthält neue Thatsachen und neue Ideen von tiefgreifender Bedeutung. Dr. Stahel selbst sah sich erst am Anfang seiner Forschung und eben hatte er begonnen, unter der Leitung von Hrn. Prof. Ludwig einige der aufgeworfenen Fragen experimentell zu prüfen, als ihn die tödtliche Krankheit ereilte. Des jungen Forschers persönliche Unternehmungen haben damit ein jähes Ende gefunden, das von ihm gepflanzte wissenschaftliche Reis wird indessen weiter wachsen und aus Stahel's Arbeit werden sicherlich dauernde Früchte reifen.

His.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XIV.

† bedeutet Abgangsstelle, ♂ Reactionsstelle eines Gefässes.

Fig. 13. Subclavia sin. Convexe Seite.

a. Subclavia 2·3 cm vor Abgang der Art. vertebralis.
e. Subclavia kurz vor Abgang der Art. thyreoidea inf.
g. Subclavia kurz vor Abgang der Art. transversa colli.
l. Subclavia kurz vor Abgang der Art. thoraco-acromialis.
p. Reactionsstelle der Art. subscapularis.
q. Axillaris kurz vor Abgang der Art. subscapularis.

Fig. 14. Subclavia sin. Concave Seite.

a. Subclavia kurz nach dem Ursprung aus der Aorta.
c. Reactionsstelle der Art. vertebralis.
d. Reactionsstelle der Art. thyreoidea inf.
f. Reactionsstelle der Art. transversa colli.
k. Reactionsstelle der Art. thoraco-acromialis.
m. Art. axillaris kurz vor Abgang der Art. subscapularis.

Fig. 15. Subclavia sinistra.

.... Curve der Maxima.
—— Curve der Minima.
A. Subclavia am Ursprunge.
B. Subclavia 1 cm vom Ursprunge.
C. Subclavia 2 cm vom Ursprung.
D. Subclavia 3 cm vom Ursprung.
E. Subclavia Isthmus.
F. Subclavia 8 mm nach aussen von der Ursprungsstelle der Ars. transversa colli.

Fig. 16. Sublcavia sinistra. Curve der Querschnitte.

A. Querschnitt der Subclavia 2 mm über Ursprung.
B. Querschnitt der Subclavia in der Mitte zwischen Ursprung und Abgangsstelle der ersten Aeste.
C. Querschnitt der Subclavia kurz vor Abgang der Aeste.
D. Querschuitt des Isthmus Subclaviae.
E. Querschnitt der Subclavia 2 cm nach aussen vom Isthmus.
F. Querschnitt der Subclavia kurz vor Abgang der Art. thoraco-acromialis.

Fig. 17. Art. innominata und Subclavia dextra. Curve der Querschnitte.
A. Querschnitt der Anonyma, Ursprung.
B. Querschnitt der Anonyma, Mitte.
C. Querschnitt der Anonyma vor der Theilung.
D Subclavia am Ursprung.
E. Querschnitt der Subclavia vor Abgabe der Aeste.
F. Querschnitt des Isthmus Subclaviae.
G. Querschnitt der Subclavia 2 cm nach aussen vom Isthmus.

Fig. 18 A. Carotis communis dextra.
---- Curve der Maxima.
—— Curve der Minima.
Die Wandung der Arterie ist in Abständen von je 1 cm gemessen. Das nämliche gilt von 19 A.

Figg. 18 B und 19 B. Carotis communis dextra und sinistra. Die Umfänge dieser Arterien sind ebenfalls in Abständen von je 1 cm gemessen.

Fig. 20. Carotis communis dextra. Curve der Querschnitte.
A. Querschnitt der Carotis dextra am Ursprunge.
C. Querschnitt der Carotis dextra in der Mitte.
B. Querschnitt der Carotis dextra vor der Theilung in die ext. und int.

Fig. 21. Carotis communis sinistra. Curve der Querschnitte.

Fig. 22 A. Carotis communis sin.; **B.** Carotis communis dextra.

Fig. 30. Aorta thoracica.

Fig. 31. Iliaca communis sin. und iliaca ext. sin.
a. Ursprung der Art. iliaca communis.
b. Mitte der Art. iliaca communis.
c. Ende der Art. iliaca communis.
d—e. Art. iliaca ext. in Abständen von 1 cm gemessen.

Fig. 32. Art. iliaca ext. dextra und cruralis dextra.
---- Curve der Maxima.
—— Curve der Minima.
Die Wandung dieser Arterien ist ebenfalls in Abständen von 1 cm gemessen.
o. Reactionsstelle der Art. femoralis prof.

Fig. 33. Art. iliaca communis dextra. Curve der Querschnitte.

Fig. 34. Art. iliaca communis sin. Curve der Querschnitte.

Taf. XV.

Fig. 40. Längsschnitt durch ein mit 0·5 procentiger Chromsäurelösung ausgespritztes und in Chromsäurelösung erhärtetes Hundeherz.

Fig. 42. Gypsausguss einer menschlichen Aorta mit den abgehenden Aesten Art. innominata, Carotis sin. und subclavia sin.

Beiträge zur Topographie des Darmes.

Von

Dr. P. Schiefferdecker,
Prosector in Göttingen.

(Hierzu Taf. XVI.)

Wir besitzen über die Lage der Baucheingeweide einige genauere Arbeiten, welche namentlich der letzten Zeit angehören. Dieselben behandeln theils die Lage der Eingeweide beim erwachsenen Menschen, theils die Entstehung dieser Lage beim Embryo und Kinde. Ist nun in diesen Arbeiten auch die Lage der grossen Drüsen in recht ausreichender Weise festgestellt worden, so ist, wie mir scheint, die Topographie des Darmes in denselben doch nicht so umfassend behandelt worden, dass es nicht gerechtfertigt wäre, noch einige Beiträge hinzuzufügen. Ich habe seit dem Jahre 1876 theils in Rostock, theils in Göttingen auf dem Secirsaale zum Zwecke der Demonstration für die Studirenden etwa 200 Sectionen ausgeführt und hierbei die Beobachtungen gemacht, welche ich in dieser Arbeit mittheilen will. Die Leichen gehörten sämmtlich Erwachsenen an, und zum überwiegenden Theile Männern. Dieselben waren einfach von der Art. poplitea aus mit desinficirenden Flüssigkeiten injicirt. Wenn es nun auch sicher richtig ist, dass man die genaue Form und Lage der grossen Drüsen nur an Leichen studiren kann, welche vorher gehärtet worden sind, wie die bekannten Untersuchungen von His und Braune das deutlich gezeigt haben, und wenn auch dasselbe vom Darme gilt, soweit es sich um in's kleinste Detail gehende Lage- und Formbeschreibung handelt, so scheint es mir doch andererseits auch zweifellos, dass man die gröberen Lagerungsverhältnisse des Darmes, und namentlich solcher Theile, welche kein Gekröse besitzen oder wenn sie ein solches besitzen, doch an anderen, die keins besitzen, festge-

heftet sind, auch bei nicht gehärteten Leichen mit hinreichender Genauigkeit studiren kann, um als wissenschaftlich anzuerkennende Beobachtungen zu machen. Und gerade diese gröberen Lagerungsverhältnisse haben auch für den Arzt den grössten Werth.

Die Beobachtungen, welche ich hier mittheilen will, beziehen sich auf das Duodenum, auf die Einmündungsstelle des Dünndarmes in den Dickdarm und auf die Flexura sigmoidea.

Den Anatomen ist es ja leider nur zu gut bekannt, wie viele Varietäten an allen Stellen des Körpers vorkommen, Varietäten, die ja auch für den practischen Mediciner oft von der grössten Bedeutung sind. An manchen Stellen des Körpers sind dieselben so häufig, dass man wirklich im Zweifel sein kann, was man als normal ansehen und beschreiben soll. Zu diesen Stellen gehören nun auch die oben genannten Partien des Darmes in Bezug auf ihre Lagerungsverhältnisse zur Bauchwand. Man hat, wie bekannt, für eine Menge von Varietäten eine Erklärung durch das Studium der Entwickelungsgeschichte gefunden, und fussend auf den vorhandenen Vorarbeiten will auch ich hier versuchen die Entwickelungsgeschichte zur Erklärung der veränderten Lageverhältnisse des Darmes zu benutzen.

I. Duodenum.

Was das Duodenum anlangt, so wissen wir aus den ausgezeichneten Untersuchungen von Toldt (1), dass dasselbe schon sehr frühe einen festen Punkt in Bezug auf seine Anlagerung an die Bauchwand und ursprünglich ein freies Gekröse besitzt. Toldt (I, S. 9) sagt bei der Beschreibung der Lage der Eingeweide bei einem sechswöchentlichen Embryo: „Weiter hebe ich hervor, dass die Umbeugungsstelle des Duodenums in die Nabelschleife jener Punkt des Darmcanals ist, welcher am meisten an die hintere Leibeswand fixirt ist. Es ist dies die spätere Flexura duodeno-jejunalis. Schon Treitz hat der so frühzeitigen Befestigung des Darmes an dieser Stelle eine entscheidende Wichtigkeit für die Ausbildung der bleibenden Lageverhältnisse beigemessen. Dass dies in der That sich so verhält, werden die später folgenden Auseinandersetzungen zeigen". Tarenetzky (2) stimmt mit Toldt überein. Der letztere führt dann ferner (I, S. 10 und 11) des weiteren aus, dass das Duodenum bei einem Embryo desselben Alters ein freies Gekröse besitze, welches unmittelbar mit dem Mesogastrium in Continuität sich befinde und dass die Existenz eines freien Duodenalgekröses bei jungen Hühnerembryonen den Embryologen schon seit längerer Zeit bekannt sei. Eine sehr genaue Beschreibung der Lage des Duodenums beim Erwachsenen und älteren Kinde verdanken wir Braune (3 und 4). Hiernach wären die Lageverhältnisse des Duodenums die folgenden. Die Pars

horiz. sup. verläuft in der Höhe des ersten Lendenwirbels von vorne nach hinten. Je nach dem Füllungszustande des Magens, nach welchem sich wieder die Lage des Pylorus richtet, ist der Verlauf bald direct von vorn nach hinten, bald mehr oder weniger von vorn — links — oben nach hinten — rechts unten. Die Pars descendens, welche aus der vorigen unter ungefähr rechtem Winkel hervorgeht, steigt neben dem zweiten und dritten Lendenwirbel vor der rechten Niere herab. Dieselbe ist viel weniger beweglich als die pars horizont. sup. immerhin kann sie durch ein stark gefülltes Colon ascendens medianwärts verschoben werden. Die Pars horizont. inf. biegt aus der vorigen unter einem Winkel ab, der ungefähr ein rechter oder kleiner als ein rechter Winkel ist, läuft in der Höhe des dritten Lendenwirbels quer oder leicht aufsteigend vor der Wirbelsäule nach links hinüber, um schliesslich senkrecht nach aufwärts zu ziehen und mit steiler Krümmung nach vorn in das Jejunum überzugehen. Dieses letzte Stück wird unter der Mesenterialwurzel sichtbar. Die Flexura duodeno-jejunalis wird nach oben an das Zwerchfell fixirt durch den von Treitz entdeckten Musc. suspensor. duodeni und in ihrer Lage nach vorne bestimmt durch die Richtung des Mesenterium (3, S. 469). „So kommt in dem Verlaufe des Duodenums die Bildung eines offenen Ringes zu Stande, welcher vom Pylorus ausgehend, bis in die Nähe desselben unter der unteren Magenwand wieder zurückläuft um dann nach vorwärts in den Tractus des Jejunums und Ileums weiter zu ziehen.“ Dieser offene Ring hat Aehnlichkeit mit einer flachen Spiraltour. Je nach dem Füllungszustande des Magens liegen die Endpunkte des ringförmigen Stückes näher oder weiter von einander entfernt (3, S. 470). So richtig nun die oben mitgetheilte Beschreibung des Verlaufes des Duodenums sicher auch für eine Anzahl von Fällen ist, so wenig stimmt sie doch für alle oder auch nur für die Majorität der Fälle, und die Gründe dafür sind: verschiedene Länge des Duodenums und verschieden hoher Beginn der Pars verticalis. Auf den beigegebenen drei Figuren habe ich die Extreme in der Lage des Duodenums, wie sie mir vorgekommen sind, eingetragen. Zu bemerken wäre hierzu nur noch, dass in allen drei Abbildungen die Lage des Anfangs der Flexura duodeno-jejunalis in der am weitesten lateralwärts beobachteten Form wiedergegeben ist, dass dieselbe aber auch weiter medianwärts gelegen vorkommt. Die Pars horizontalis sup. und der Anfang des Jejunums sind als unerheblich fortgelassen.

In Taf. XVI Fig. 1 ist die höchstliegende Form des Duodenums abgebildet. Die Pars descendens beginnt am oberen Ende des ersten Lendenwirbels; steigt herab neben der Wirbelsäule theils vor der Niere theils vor dem M. psoas und quadrat. lumb. bez. den Querfortsätzen gelegen, und biegt in der Höhe des unteren Endes des zweiten Lendenwirbels, unter einem ungefähr rechten Winkel um in die Pars. horizontalis inf., welche

vor den Körpern des zweiten und dritten Lendenwirbels und der zwischen denselben gelegenen Synchondrose zuerst mehr horizontal, dann leicht ansteigend hinzieht, um theilweise noch vor dem zweiten Lendenwirbel theilweise links neben demselben auf dem M. psoas nach oben und gleich darauf nach vorwärts steil umzubiegen. In diesem Falle ist die Pars descendens relativ sehr kurz und die Pars horizontalis inf. ist wirklich beinahe horizontal, da sie nur ganz wenig und nur gegen das Ende steiler aufsteigt. Nun kommt es aber sehr oft vor, dass die Pars descendens weiter herabsteigt. Demgemäss muss dann die Pars horizontalis inf. zunächst mehr schräg vor der Wirbelsäule aufsteigen und eventuell auch unter einem spitzeren Winkel aus der Pars descendens hervorgehen. So kommt es vor, dass die Umbeugung in der Höhe des dritten, ja des vierten Lendenwirbels statthat und dass dann die Pars. horizontalis inf. vor dem dritten, dem unteren Ende des dritten und dem oberen Ende des vierten und endlich vor dem vierten Lendenwirbel hinzieht. Je tiefer die Umbeugung stattfindet, um so steiler wird die Pars horizontalis inf. nach links und oben verlaufen müssen, um zu dem annähernd feststehenden Punkte der Umbiegung in das Jejunum hinzugelangen, um so mehr wird die sogenannte Pars. horizontalis zu einer Pars. ascendens werden, was sie eigentlich ja immer ist, und wie sie richtiger wohl auch zu bezeichnen wäre. Es geht dann die Ringform, die ja doch auch im besten Falle nur annähernd eine Ringform ist, natürlich mehr in eine Hakenform über. In Taf. XVI Fig. 2 habe ich einen solchen Fall abgebildet. Die Pars horizontalis inf. geht hier dicht an der Theilungsstelle der grossen Gefässe vorüber. Das unterste Ende der Pars descendens geht bis zur Höhe der Synchondrose zwischen dem vierten und fünften Lendenwirbel.[1]

Das Pankreas verhält sich bei diesen Lageveränderungen des Duodenums verschieden. In Fig. 1 füllt es, wie das der gewöhnliche Fall ist, die Rundung des Duodenums völlig aus, in dem Spalte zwischen Kopf und Körper würde die hier nicht gezeichnete Art. mesent. sup. hervortreten, um über das Duodenum diesem von vorn und obenher eng sich anschmiegend nach unten hin weiter zu ziehen. Liegt die Pars inferior tiefer, so folgt das Pankreas zunächst der Duodenalkrümmung, auch bei recht tiefem Stande kann es noch unmittelbar an das Duodenum sich anlegen, und in diesen

[1] Da aus dem eben Gesagten hervorgeht, dass der Name Pars horiz. inf. eigentlich zu Unrecht besteht, und auch bei der Pars horiz. sup. das Horizontale des Verlaufs das für diesen Theil weniger Charakteristische ist, so möchte ich hier vorschlagen, im Anschluss an die von His in seiner „Anatomie menschlicher Embryonen“ gebrauchten Ausdrücke die drei Abschnitte des Duodenum zu bezeichnen als Pars superior, media und inferior, welche Namen sich enge an die bis jetzt gebräuchlichen anschliessen, und werde auch in der vorliegenden Arbeit von jetzt an diese Namen benutzen.

Fällen nimmt dann der umbiegende Kopf des Pankreas gewöhnlich an Flächenausdehnung zu, ob überhaupt an Masse vermag ich nicht zu sagen. In Folge dessen bleibt das Pankreas in seinem transversalen Theil in seiner gewöhnlichen Lage, entsprechend der unveränderten Lage der Flexura duodeno-jejunalis. Es kann aber auch vorkommen, dass das Pankreas dem Duodenum nicht folgt, und dann bleibt zwischen dem unteren Rande des ersteren und dem oberen des letzteren ein mehr oder weniger breiter Raum frei. Die Art. mesent. sup. wird dann natürlich nicht in so enge Beziehung zum Duodenum treten. Taf. XVI Fig. 2 zeigt einen Fall, in dem ein solcher freier Raum entsteht. Derartige Fälle sind, wie es scheint, seltener als solche, in denen das Pankreas dem Duodenum folgt. Ein Herabsteigen des Duodenums bis zum unteren Rande des vierten Lendenwirbels habe ich überhaupt selten beobachtet, ein solches bis zur Mitte des vierten Lendenwirbels ist schon sehr viel häufiger, und noch häufiger ein Herabsteigen bis zum Anfange desselben. Diese Form, bei welcher die Pars inferior dann *vor* dem dritten Lendenwirbel hinzieht, und die in Taf. XVI Fig. 1 abgebildete können, wie mir scheint, als die häufigsten angesehen werden. Wie mir Hr. Prof. Merkel mittheilte, hat er in Königsberg ganz ähnliche Erfahrungen über die Lage des Duodenums gemacht. Da gleiche Beobachtungen somit in Rostock, Königsberg und Göttingen gemacht worden sind, kann man wohl annehmen, dass diese Lagevarianten des Duodenums weit verbreitete sind. In Taf. XVI Fig. 3 habe ich eine Abbildung von einer Art der Lage gegeben, welche noch seltener zu sein scheint, als die in Taf. XVI Fig. 2 dargestellte. Ich habe sie wenigstens nur einmal beobachtet. Es fand sich dieselbe bei einer weiblichen Leiche in Rostock, deren Baucheingeweide sonst normal waren. Die Pars media begann hier erst in der Höhe der Synchondrose zwischen dem ersten und zweiten Lendenwirbel, stieg dann zuerst schräg lateralwärts dann schräg medianwärts verlaufend, also im Bogen herab, um in der Fortsetzung der Bogenkrümmung vor dem vierten und dem oberen Theile des fünften Lendenwirbels quer vor der Wirbelsäule vorüberzuziehen und in einem etwas steiler ansteigenden Bogen auf der linken Seite der Wirbelsäule hinziehend den gewöhnlichen Umbeugungspunkt zu erreichen. Das Duodenum bildete also in diesem Falle in der That fast einen Kreis, dessen tiefst gelegener Punkt der Peripherie etwa vor der Mitte der Wirbelsäule etwas über der Mitte des fünften Lendenwirbels sich befand. Der unterste gerade vor der Wirbelsäule hinziehende Abschnitt des Duodenums war etwas dicker als die anderen Theile, hinter ihm lag die Theilungsstelle der grossen Gefässe. Das Pankreas füllte merkwürdigerweise den Raum der von dem Duodenum umgrenzten Fläche völlig aus, die umgeschlagene Kopfpartie war bedeutend grösser als sonst, so dass die Gefässdurchtrittsstelle ungefähr in der normalen Höhe lag.

Wie bekannt liegt das linke aufsteigende Ende der Pars inferior duodeni zunächst hinter und dann links von der Radix mesenterii. Diese letztere steigt schräg von der Flexura duodeno-jejunalis beginnend herab in der Richtung nach der Articulatio sacro-iliaca dextra. Tritt eine Verlängerung des Duodenums ein mit jenem schräg aufsteigenden Verlaufe, wie ihn Taf. XVI Fig. 2 stark ausgeprägt darstellt, so sieht man leicht, dass die Richtung der Radix mesenterii und des schräg aufsteigenden Duodenaltheiles zusammenfallen werden, und demgemäss wird in solchen Fällen dieser Theil des Duodenums in ziemlich grosser Ausdehnung direct hinter der Mesenterialwurzel liegen, bez. bei Aufheben des Dünndarmes und Anspannen des Gekröses mit diesem zugleich angespannt werden und so in der Radix mesent. zu liegen scheinen. Wir wissen durch Toldt (1, S. 15), dass die Flexura duodeno-jejunalis schon in der zweiten Hälfte des dritten Embryonalmonats sich auf der linken Seite der Wirbelsäule befindet und dort an der Bauchwand festhaftet, wir wissen ferner durch denselben Forscher, dass das Duodenum in dieser Zeit noch ein freies Gekröse besitzt und auch noch bis in den fünften Embryonalmonat behält (1, S. 31), während es später zunächst auch nur relativ locker, mit der Bauchwand verwächst. Wir haben also einen an der Bauchwand frei beweglich befestigten Darmtheil, der oben aus dem Magen entspringt, dessen oberem Theile schon durch die bekannte Drehung des Magens eine Wendung nach rechts gegeben worden ist und der unten sehr wenig tiefer als sein Magenursprung liegend, zunächst in der Mitte, dann an der linken Seite der Wirbelsäule festgeheftet ist. Dieser Darmtheil wächst in die Länge und wird zugleich durch bestimmte, sich vorlagernde Theile (Colon, Dünndarm) nach der hinteren Bauchwand gedrängt. Bei diesem Wachsthum wird er das Bestreben haben die Form eines nach links und oben offenen Ringes anzunehmen, der platt der hinteren Bauchwand anliegt. Wird der hierzu nöthige Raum beschränkt, so wird der Ring an bestimmten Stellen abgeplattet werden und anstatt der gleichmässig gekrümmten Kreislinie werden flacher gekrümmte Partien mit steiferen winkelartigen Stücken abwechseln. So findet nun in der That nach der Beschreibung von Toldt auch der Wachsthumsgang statt. Derselbe schreibt (1, S. 29): „Das Duodenum zeigt während der ganzen zweiten Hälfte der Schwangerschaft ganz constant jene schon früher erwähnte, von Braune beschriebene kreisförmige Gestalt und ist mit Ausnahme seines Anfangsstückes vollständig an die hintere Rumpfwand fixirt. In derselben Ausdehnung ist es von der Flexura coli hepatica und von dem Gekröse des Colons von vorn her bedeckt. Der absteigende Theil ist neben dem medialen Rande der rechten Niere gelegen und geht stets erst unter der Mitte der Niere in das sogenannte untere Querstück über. Dieses schreitet quer vor der Wirbelsäule weg und erhebt

sich links neben derselben bis annäherd zu der Höhe, in welcher der Pylorus gelagert ist. Hier, genau an dem unteren Rande des Pankreas liegt steil abwärts geknickt die Flexura duodeno jejunalis". Gegen das Ende der Foetalperiode und den Anfang des Kindesalters tritt dann das Colon ascendens tiefer und tiefer herab, um seine spätere normale Lage einzunehmen. Dabei wird es den absteigenden Theil des Duodenums nothwendig in seiner seitlichen Ausdehnung hindern, um so mehr, je stärker die Wachsthumsneigung des Duodenums sein wird. Dass das Colon ascendens ein solches Hinderniss abgeben wird, geht schon aus der bekannten Thatsache hervor, dass man durch starke Füllung desselben mit Luft beim Erwachsenen den absteigenden Theil des Duodenums nach der Medianlinie zutreiben kann. So wird der absteigende Theil etwas flacher werden als dem Kreisbogen entspricht, und diese Abflachung wird um so schwächer sein, je kürzer das ganze Duodenum ist. An der Stelle des Ueberganges der Pars media in die Pars inferior wird in Folge dessen ein mehr oder weniger ausgeprägter Winkel sich bilden. Dieser „Winkel des Duodenums", wie ich diese Stelle nennen will, ist zugleich die Partie des Darmtheiles, welcher bei dem Wachsthum desselben am energischsten und ausgiebigsten sich vorschieben wird, da er gerade der Oeffnung der Spiraltour gegenüber liegt. Wird also einmal dieser Winkel die grösste Neigung oder Fähigkeit zur Verschiebung zeigen, so wird andererseits von der linken Seite her gerade wie von vorn die Masse des Dünndarmes der Ausbreitung des Duodenums hinderlich sein. Demgemäss wird bei stärkerem Wachsthum der Winkel des Duodenums spitzer und spitzer werden und sich, an der Wirbelsäule, wo er auf keinen Widerstand trifft, herabsteigend, tiefer und tiefer lagern, während die Pars inferior mehr und mehr zu einer Pars ascendens sich umbilden und so in mehr oder weniger flachem Bogen schräg vor der Wirbelsäule aufsteigen wird. Ist das Wachsthum des Duodenums ein sehr bedeutendes und sind die übrigen Druckverhältnisse nicht zu ungünstig, so kann sich natürlich auch wieder eine der Ringform sich mehr nähernde Figur des Duodenums ergeben wie in Taf. XVI Fig. 3. Der Winkel des Duodenums ist dort so weit herabgerückt, dass er mit dem unteren Dünndarmende und der entsprechenden Anheftung der Radix mesenterii in Berührung kommt. Ob nun in Folge davon oder weil die seitlichen Druckverhältnisse hier günstigere waren, breitet sich das Duodenum seitlich mehr aus, der Winkel wird ausgerundet und nur die Asymmetrie der Krümmung der beiden Schenkel deutet noch an, dass auf der rechten Seite der Winkel zu suchen ist.

Dass bei dem unmittelbaren Zusammenhange des Mesogastrium und Mesoduodenum, und dem langen Bestehen des letzteren der Anfang der Pars media, d. h. die oberste Festheftungsstelle in der Lage variirt, ist leicht verständlich, ebenso wie, dass die Flexura duodenojejunalis, die von

der Mitte der Wirbelsäule nach der Seite hin wanderte, an verschiedenen Punkten ihre Wanderung beendigen, und so mehr oder weniger weit von der Medianlinie fixirt werden kann.

Ueber das Duodenum herüber legt sich dann die Radix mesenterii: Toldt (1, S. 33) sagt darüber: „Das Mesenterium des Dünndarmes gewinnt ungefähr mit dem sechsten Monate seine Selbständigkeit und annähernd seine bleibende Gestalt d. h. es tritt von da an das deutlich hervor, was man nun als Wurzel des Dünndarmgekröses beschreibt. Die Einleitung dazu war schon in früheren Perioden dadurch geschehen, dass jener Theil des gemeinschaftlichen Dünn-Dickdarmgekröses, welcher dem Colon ascendens zugehört, sich an der hinteren Bauchwand, bez. am Duodenum festgeheftet hat. Da diese Adhaesion von oben nach abwärts gegen die rechte Darmbeingrube vorschreitet und entlang der Vorderfläche des rechten M. psoas ihre mediale Grenze findet, so ist dadurch jene Linie gegeben, von welcher aus das gemeinschaftliche Gekröse nach der Seite des Dünndarmes frei und beweglich bleibt und dies ist die bleibende, secundär entstandene Wurzellinie, besser gesagt, Haftlinie des Dünndarmgekröses“. Hieraus folgt dann wieder, dass der aufsteigende untere Theil des Duodenums je nach seiner Länge und Lagerung mehr oder weniger weit links neben der Radix mesenterii zum Vorschein kommen wird.

Zu bemerken hätte ich schliesslich noch, dass in den von mir beobachteten Fällen das Duodenum so weit es der hinteren Bauchwand angeheftet zu sein pflegt, auch immer angeheftet war.

II. Einmündungsstelle des Dünndarmes in den Dickdarm.

Eine andere Stelle des Darmes, welche in ihrer Lage sehr wechselt, ist die der Einmündung des Dünndarmes in den Dickdarm. Am häufigsten liegt dieselbe wohl in der Fossa iliaca dextra in der Höhe der Articulatio sacro-iliaca dextra und nicht weit lateralwärts von derselben. Von dieser häufigsten Lage kommen nun Abweichungen nach unten und nach oben hin vor. Es handelt sich in diesen Fällen entweder um einen Dickdarm der länger ist als gewöhnlich, oder um einen der kürzer ist bez. auf einem embryonalen Standpunkte stehen geblieben ist, also um eine Hemmungsbildung. Ich spreche hier bei der Bestimmung der Lage des Dickdarmes von der Einmündungsstelle des Dünndarmes und nicht von dem Ende des Coceum, wie das sonst vielfach geschehen ist, einmal weil es sich in meinen Fällen auch um besondere Lagerungen des Dünndarmes handelt und dann, weil das Coecum, wie bekannt, sehr variabel in seiner Länge ist und daher eine neue Unbekannte in die Bestimmung der Lage der wichtigen Einmündungsstelle einführen würde. Immerhin kann man ja auch aus denjenigen Mittheilungen, in denen der Stand des Coecums angegeben ist, einen

ungefähren Schluss auf den der Einmündung des Dünndarmes machen. Engel (5) giebt darüber folgendes an: „Der Blinddarm hat seine Lage unter 100 Fällen:

hoch über dem Psoas	28	Mal
über der Schambein-synchondrose	30	„
tief in der Beckenhöhle	8	„
in der Gegend des Nabels . . .	4	„

Die beiden ersten Gruppen würden die mittleren Höhenlagen angeben, die beiden letzten die extremen, doch sind die Bestimmungen im Ganzen wenig genau.

Tarenetzky (2) macht folgende Angaben: Im neunten Embryonalmonate kann das Coecum mit seiner Spitze die Mitte des Lig. Poupartii erreichen, wobei es die ganze Fossa iliaca dextra einnimmt. In anderen ebenfalls normalen Fällen geht jedoch seine Spitze nicht weit über die Mitte der Fossa iliaca herab und verbleibt in dieser Stellung für das ganze Leben. Der Abstand seiner Spitze von der Mitte des Lig. Poupartii kann hierbei 2 bis 3 cm betragen (2, S. 16). Bei Erwachsenen mittleren Alters findet Tarenetzky die Lage im Allgemeinen gleich der bei Kindern, bei hochstehendem Blinddarm kann die Länge des Abstandes seiner Spitze von der Mitte des Lig. Poupartii bis 8,4 cm betragen, im Mittel wechselt sie zwischen 4,5 und 5 cm. In der Altersperiode von 50 bis 83 Jahren findet er das Coecum relativ am längsten. Es hatte in fünf Fällen solche Dimensionen, dass dasselbe nicht mehr im grossen Becken Raum fand, sondern mit seiner unteren Hälfte einen Theil des kleinen Beckens einnahm. Hierbei war die obere Hälfte dem Lig. Poupartii parallel gelagert, während die untere im kleinen Becken über dem Dünndarm lag und die Spitze die Mittellinie berührte. In zwei weiteren Fällen war übrigens der Grund dieser abnormen Stellung nicht die aussergewöhnliche Länge des Blinddarmes, sondern eine ungemeine Längenzunahme des Colon ascendens; dieselbe ging bei der Leiche eines 50jährigen Mannes so weit, dass nicht nur ein Theil, sondern das ganze Coecum mit dem Proc. vermiformis und dem Endstücke des Ileums im kleinen Becken lag (2, S. 17, 18). Wenn nun auch die Annahme von Tarenetzky, dass das Coecum noch beim Erwachsenen weiter wachse und im hohen Alter seine grösste Länge erreiche (während andererseits der Proc. vermif. umgekehrt kürzer werde) sich auf eine zu geringe Zahl von Beobachtungen (33 mittleren, 12 höheren Alters) stützt, um irgendwie als näher bewiesen angesehen werden zu können, so geht doch soviel aus seinen Mittheilungen hervor, dass er in fünf Fällen ein längeres Coecum beobachtete das theilweise in das kleine Becken herabhing und in zwei weiteren Fällen ein etwas längeres Colon ascendens.

Luschka (5) schreibt: Seine Lage hat der Blinddarm normalmässig

so auf dem rechten M. iliac. int., dass sein Ende etwa der Mitte des Poupart'schen Bandes entspricht. Er lehnt sich demgemäss dicht über der lateralen Hälfte des letzteren an die Innenseite der vorderen Bauchwand an. Ausnahmsweise bietet das Coecum eine höhere Lage dar, indem es seinen gesetzmässigen Descensus nicht vollzogen hat. Seine Verschiebung von links nach rechts und unten geschieht um dieselbe Zeit, in welcher auch die Hoden nach unten rücken. Es kann daher nicht überraschen, wenn bei Störung des Descensus testiculi auch die Wanderung des Coecums unterblieben ist. Es kann der Blinddarm aber auch als anderes Extrem weiter gegen den Eingang des kleinen Beckens oder selbst über die Mittellinie hinaus nach links gewandert sein (6, S. 22).

Toldt (1, S. 35 und 36) spricht sich folgendermaassen aus: „Dabei (nämlich bei der Bildung der Haftlinie des Dünndarmgekröses) kommt auch die äusserst variable Lage und die Art der Anheftung des Blinddarmes mit in Betracht. Unter den zahlreichen diesbezüglich vorkommenden Varianten seien hier nur folgende erwähnt. Ist der Blinddarm, wie nicht selten in den ersten Lebensmonaten noch nicht in die Darmbeingrube hinabgerückt, sondern unmittelbar unter der rechten Niere fixirt, so kommt zweierlei zur Beobachtung. Entweder es erscheint die Haftlinie des Dünndarmgekröses sehr kurz, wenn das Endstück des Ileums frei beweglich geblieben ist; oder die Haftlinie hat ihre gewöhnliche Länge, wenn das Endstück des Ileums an der vorderen Fläche des Psoas angelötet ist und im Bogen gegen den Blinddarm hinaufsteigt. In dem letzteren Falle findet man von dem Endstücke des Ileums ganz ähnliche Peritonealfalten ausgehend, wie bei tiefer stehendem und theilweise fixirtem Blinddarm an diesem beobachtet werden und schon mehrfach Gegenstand der Beschreibung gewesen sind. Der am häufigsten während des Kindesalters vorkommende Befund ist, dass der Blinddarm zwar in der Darmbeingrube gelagert ist, aber an einem grösseren oder geringeren Theile seiner hinteren Fläche einen freien Peritonealüberzug besitzt, d. h. entweder gar nicht oder nur theilweise fixirt ist. In anderen Fällen, jedoch relativ selten, besteht schon bei neugeborenen Kindern eine vollständige Fixirung des Blinddarmes in der Darmbeingrube; dann sind auch die Verhältnisse des Dünndarmgekröses ganz analog denen des ausgewachsenen Menschen.

Bei meinen Beobachtungen am Erwachsenen habe ich nun, wie schon oben erwähnt, bei weitem am häufigsten die Stelle der Einmündung des Ileums in das Colon in der Fossa iliaca dextra in der Höhe der Articularis sacro-iliaca gefunden, leichte Abweichungen nach oben und nach unten kommen natürlich sehr häufig vor. Auch dass die Einmündungsstelle am Eingange in das kleine Becken lag, kam häufiger zur Beobachtung. Selten war es schon, dass dieselbe in das kleine Becken hinabrückte, doch habe ich auch hiervon sowohl in Rostock, wie in Göttingen mehrere Fälle gesehen.

Seltener als dieses Herabrücken, welches auf eine zu bedeutende Länge des Colon ascendens schliessen liess, habe ich dagegen ein bedeutendes Hinaufrücken bemerkt, da ich in der ganzen Zeit nur zwei Fälle notirt habe.

In dem einen Falle bei einer männlichen Leiche lag die Einmündungsstelle des Dünndarmes in der Höhe des unteren Endes des dritten Lendenwirbels, das Coecum erreichte den Darmbeinkamm, der Proc. vermif. lag auf dem M. iliac. int. festgeheftet. Der Dünndarm stieg zu der Einmündungsstelle steil empor angeheftet an den M. iliac. int. und den Quadrat. lumbor. Die Baucheingeweide waren sonst normal, die Hoden im Scrotum.

Der zweite, noch stärker ausgeprägte Fall ist auf Taf. XVI Fig. 1 abgebildet. Es handelte sich wieder um eine männliche Leiche mit sonst normalen Baucheingeweiden, beide Hoden im Scrotum. Die Einmündungsstelle lag hier auf der Niere etwas unterhalb der Mitte derselben, zwischen dieser und der Grenze des unteren und mittleren Drittheils. Das kurze Coecum endigte noch oberhalb des unteren Nierenendes, so dass der Proc. vermif. noch an die Niere angeheftet herunterstieg, sie überragte und auf dem M. quadrat. lumb. endigte. Der Dünndarm stieg steil aufwärts angeheftet an die Mm. psoas, iliac., und quadr. lumb., zuletzt an die vordere Fläche der Niere. Dicht oberhalb der Einmündungsstelle bog das Colon medianwärts in den transversalen Theil um.

Diese beiden Fälle bedeuten offenbar ein Stehenbleiben auf einer früheren Stufe der Entwickelung. Nach den Angaben Toldt's kann eine ähnliche Art der Lagerung in den ersten Lebensmonaten öfter beobachtet werden, wenngleich das Coecum in dem zweiten mitgetheilten Falle auch hierfür ungewöhnlich hoch zu stehen scheint. Indessen sind diese Arten der Lage des Colon doch auch in den ersten Lebensmonaten eigentlich schon Ausnahmen von der Regel. Die Stellung des Coecum in dem zweiten Falle entspricht jener, welche Toldt von dem fünfmonatlichen Embryo beschreibt: „in anderen keineswegs seltenen Fällen ist das ganze Colon ascendens sammt dem Gekröse und auch der Blinddarm mit dem Bauchfellüberzug der hinteren Rumpfwand verklebt und liegt dann stets auffallend hoch an der Vorderfläche der rechten Niere“ (1, S. 28). Das von Luschka erwähnte gleichzeitige Vorkommen von nicht vollendetem Descensus testiculi und Coli konnte ich in den von mir beobachteten Fällen nicht bestätigen. Auch in einem in gewissem Sinne entgegengesetzten Falle bei einem alten Mikrocephalen, dessen rechter Hoden allerdings durch den Leistencanal getreten, aber im obersten Theile des Scrotums geblieben war, lagen die Baucheingeweide ganz normal.

Dass so hochgradige Umlagerungen des Colons sowohl für die innere Medicin wie für die Chirurgie von grosser Bedeutung sind, brauche ich wohl kaum besonders hervorzuheben.

Ein eigenthümlicher Fall, den ich nur einmal beobachtet habe, ist der auf Taf. XVI Fig. 3 abgebildete. Bei einer männlichen Leiche stieg der Dünndarm fest an den M. iliac. int. geheftet bis zur Höhe der Crista iliac. hinauf, bog dann, sich von der Bauchwand entfernend, steil um, um dicht neben dem aufsteigenden Theile zurücklaufend etwa in der Mitte der Fossa iliaca von hinten her in das Colon einzumünden.

Zur Erklärung dieses Falles könnte man eigentlich nur annehmen, dass hier zunächst das Colon sehr hoch gelegen habe und der Dünndarm an die Bauchwand mehr oder weniger fixirt ein Ende heraufgestiegen sei, ganz ähnlieh wie in den oben beschriebenen Fällen. Später wäre dann das Colon in einer intensiveren Wachsthumsperiode bis zu seinem jetzigen Lagerungsplatze hinabgestiegen und hätte dabei der Dünndarm soweit wie nöthig sich von der Darmwand wieder entfernen müssen. Ein derartiger Ablösungsvorgang eines Gekröses mit nachfolgender neuer Anheftung hätte nach den Untersuchungen Toldt's über die Vorgänge bei der Gekrösebildung nichts unwahrscheinliches, immerhin will ich zugeben, dass ein solches späteres intensiveres Wachsthum des Colon zunächst durch nichts besonders wahrscheinlich zu machen ist.

III. Flexura sigmoidea.

Der dritte Abschnitt des Darms, welcher eine sehr wechselnde Lage zeigt, ist die Flexura sigmoidea. Nach den Untersuchungen von Toldt ist die Beschaffenheit derselben während der Entwickelung die folgende. Das Colon besitzt zunächst, gerade wie das Duodenum eine relativ fest an die Bauchwand geheftete Stelle, die Flexura lienalis, welche sich bereits beim sechswöchentlichen Embryo auszeichnet. In der zweiten Hälfte des dritten Embryonalmonats tritt die erste Andeutung der Flexura sigmoidea hervor. Toldt beschreibt sie folgendermaassen (1, S. 15): „Der Mastdarm ist median in der Beckenhöhle gelagert und besitzt bei seinem Austritt aus derselben bereits ein kurzes Gekröse. Von hieraus wendet sich der Dickdarm mittels einer genau vor der Geschlechtsdrüse gelegenen Schlinge (erste Andeutung der Flexura sigmoidea) nach links in die Hüftgrube und steigt dann, weiter der hinteren Bauchwand anliegend, schief nach auf- und medianwärts, indem er an dem unteren Pole der linken Niere vorbeistreichend sich an den medialen Rand derselben anlegt (Colon descendens)." Das Gekröse dieser Theile erhebt sich aus der Mittellinie der hinteren Rumpfwand, vom Beckeneingang herauf bis an den Theil des Pankreas, welcher an der Wirbelsäule festhaftet . . . . . es wendet sich von seiner Haftlinie nach links und liegt frei der hinteren Rumpfwand an." In der ersten Hälfte des vierten Embryonalmonats erscheint die Flexura in die Höhe gehoben in Folge eines

Zuges an dem Gekröse (1, S. 21). Am Ende des vierten und im fünften Monate heftet sich das Mesocolon von oben nach unten fortschreitend allmählich an die Bauchwand. Die Flexura hängt wieder herab, und bei dem Aufheben derselben zeigt sich der Anfang der Bildung des Recessus intersigmoideus. Vom sechsten Monate sagt Toldt (1, S. 30): „Das Colon descendens bildet einen dem lateralen Rande der linken Niere folgenden Bogen und ist bis gegen jenen hin fixirt. In einzelnen Fällen ist jedoch im sechsten und selbst im siebenten Monate noch ein unterer Theil beweglich und sein Gekröse eine Strecke weit frei. Die Flexura sigmoidea zeigt schon im sechsten Monate ihre beiden typischen Schlingen, deren untere stets vor der Geschlechtsdrüse ihren Platz nimmt. Später wenn der Inhalt an Meconium reichlich wird, dehnt sich die Flexura sigmoidea stärker aus und erstreckt sich über die Mittellinie weg bis an die rechte Hüftgrube, oder sie biegt sich wohl auch nach aufwärts bis an den Hilus der linken Niere. Gegen das Ende der Foetalperiode zeigt sich das Mesocolon descendens bis mehr oder weniger weit unter den Darmbeinkamm herab angeheftet (1, S. 34). Das Gekröse der Flexura sigmoidea haftet beim Neugeborenen in einer nach abwärts stark concaven Linie, welche von dem Promontorium median bis an den dritten oder vierten Lendenwirbel aufsteigt und von da in scharfem Bogen nach links und abwärts über den M. psoas weg gegen den Darmbeinkamm sich wendet. An der Kuppe dieser Bogenlinie liegt der Eingang in dem Recessus intersigmoideus. Früher oder später im Verlaufe des Wachsthums, nicht selten schon in der dritten oder vierten Lebenswoche erscheint der laterale Theil der Haftlinie viel weiter herabgerückt, in dem Niveau des Beckeneinganges oder nur wenig darüber; ihre Umbeugungsstelle fällt dann an den fünften Lendenwirbel. An grösseren Kindern und bei ausgewachsenen Individuen reicht sie in der Mehrzahl der Fälle noch eine kurze Strecke weit an der Seitenwand des Beckenraumes herab. . . . . Der Eingang in den Recessus intersigmoideus findet sich nun, wenn ein solcher überhaupt noch vorhanden ist, in der Höhe des Promontoriums oder der Symphysis sacro-iliaca (1, S. 38—39).

Luschka (6) sagt über die Lage der Flexura sigmoidea beim Erwachsenen folgendes (6, S. 23 und 24): „Die sogenannte Hüftkrümmung des Colon beginnt in der Ebene des höchsten Punktes der crista ossis ilium, d. h. da, wo das Colon descendens anfängt vom Bauchfelle vollständig umhüllt zu werden, indessen man das Ende der Flexura an die obere Grenze der articul. sacro-iliaca zu verlegen pflegt. Zwischen diesen Punkten beschreibt das Darmstück eine S-förmige Biegung, deren obere Hälfte als sogenannter „Colonschenkel“ mit dem Ende des absteigenden Grimmdarmes unter einer mit ihrer Convexität dem Poupart'schen Bande zugekehrten Krümmung zusammenfliesst und ihre Lage auf dem linken M. iliac. int.

hat, während die die untere Hälfte als „Rectumschenkel“ über den M. psoas weg in die Höhle des kleinen Beckens hereinhängt. Nicht selten erreicht die Flexura sigmoidea eine bedeutendere Länge, womit dann auch eine mehrfachere Krümmung verbunden zu sein pflegt; sie kann nämlich die Mittellinie überschreiten und sich bis in die Nähe des Coecum erstrecken, um von da wieder nach links in den Mastdarm umzubiegen. Im entleerten Zustande wird sie meist von Schlingen des Dünndarmes bedeckt, in Folge von starker Anfüllung mit Gas oder Faecalstoffen erhebt sie sich unter Umständen bis in die Nähe des Nabels, verdrängt den Dünndarm und schliesst sich so unmittelbar an die Innenseite der vorderen Bauchwand an, dass ein consistenter Inhalt derselben durch diese hindurchgefühlt werden kann.

Die Lage der Flexura sigmoidea, bei der sie in das kleine Becken herabhängt, wird im allgemeinen als die normale angesehen, auch His (7) bildet die Flexura in dieser Lage ab, doch ist die Menge der Abweichungen von dieser Lage so gross, dass es schwer zu sagen sein dürfte, auf welcher Seite sich die Mehrzahl befindet. Indessen möchte auch ich sie für die normale halten, namentlich auch deshalb, weil sie entwickelungsgeschichtlich sich als die normale nachweisen lässt und weil sie mechanisch die natürlichste ist. Die Abweichungen von ihr sind mannichfacher Art und lassen sich, wie ich glaube, schärfer praecisiren und in Abtheilungen trennen als das bisher geschehen ist. Nach meinen Beobachtungen möchte ich vier Arten der Lagerung der Flexura sigmoidea unterscheiden. Als Colon descendens fasse ich in der nachfolgenden Beschreibung den Theil des Colons auf, der von der Flexura lienalis an die Bauchwand geheftet herabsteigt bis zu der Stelle, an welcher eine mit einem freien Mesocolon versehene Schlinge auftritt. Man kann diese Stelle am deutlichsten sehen, wenn man die Flexura aus der liegenden Leiche heraushebt und so ihr Gekröse ausspannt. Dann wird sich der Punkt, an welchem das Colon descendens aufhört und die Flexura beginnt, auch markiren, wenn das Colon descendens ein kurzes Gekröse besitzen sollte, da der Anheftungsrand des Gekröses der Flexur immer quer oder leicht bogenförmig von der Wirbelsäule nach der lateralen Seite herüberzieht, also mit dem Gekröse des Colon descendens einen Winkel bildet. Die vier zu unterscheidenden Lagerungsarten sind die folgenden.

I. Das Ende des Colon descendens liegt lateralwärts von der Flexur.

a) Die Flexur hängt in das kleine Becken herab.

Das Colon descendens geht in diesem Falle bis in die Gegend des M. psoas, das Mesosigmoideum zieht von der Gegend des Promontoriums schräg und leicht bogenförmig nach unten und lateralwärts, um auf dem

M. psoas zu endigen oder auch noch tiefer in das kleine Becken hinabzusteigen.

Im allgemeinen liegt hierbei also das Ende des Colon descendens und also auch das laterale Ende des Mesosigmoideums, welche Punkte ja identisch sind, tiefer als die Spina iliaca ant. sup., doch finden hiervon auch Ausnahmen statt und das Ende des Colon descendens kann etwas heraufrücken. Die Flexur kann nun zunächst auf der linken Seite des Rectums bleiben, Taf. XVI Fig. 3, indem sie erst an der linken Wand des kleinen Beckens herabsteigt (Colonschenkel) dann steil nach median-rückwärts und oben umbiegt, dicht neben dem Rectum, dasselbe halb von vorn her deckend, hinaufsteigt bis zur Höhe des Promontoriums (Rectumschenkel), und endlich hier wieder nach median-rückwärts umbiegend in das Rectum übergeht, welches dann im Wesentlichen in der Mittellinie herabsteigt. Ist die Flexur länger, so kann sie auch bei gleichliegendem Colonschenkel mit dem Rectumschenkel weiter nach rechts rücken und vor dem Rectum liegend aufsteigen, oder sie kann auch rechts vom Rectum aufsteigen und von rechts her in dasselbe umbiegen, wobei dann eventuell auch der Anfang des Rectums mehr nach rechts hinüber verlegt werden kann. Ueber der Flexur und nach vorne von ihr lagert die Masse der Dünndarmschlingen.

Diese Lagerung der Flexur kann man, wie ich schon oben bemerkte, als die normale ansehen. Bei derselben steigt das Colon descendens, wie aus der Beschreibung hervorgeht, im allgemeinen tief herab, und die Fälle des tiefsten lateralen Ansatzes des Mesosigmoideums finden sich in dieser Gruppe. Die Entstehung dieser Lagerung lässt sich, wie aus den mitgetheilten Untersuchungen hervorgeht, entwickelungsgeschichtlich als normal verfolgen und rein mechanisch betrachtet erscheint es als das natürlichste, dass sie von der Flexur gewählt wird.

b) Die Flexur liegt gerade entgegengesetzt wie in dem vorigen Falle, nach oben geschlagen, und der hinteren Bauchwand dicht an.

Ich will hier zwei ziemlich extreme Fälle beschreiben.

In einem Falle, bei einer männlichen Leiche (Selbstmörder, in der Bauchhöhle nichts von krankhaften Veränderungen zu sehen) lag die Flexur folgendermaassen: Das Mesosigmoideum ging von der Gegend des fünften Bauchwirbels leicht bogenförmig über den M. psoas und iliac. int. hin nach der Fossa iliaca und endigte in dieser etwas lateralwärts von der Mitte ungefähr in der Höhe des Promontoriums, also ein ziemliches Ende höher als die Spina iliac. ant. sup. Der laterale Anheftungspunkt des Mesosigmoideums lag in diesem Falle also nur sehr wenig tiefer als der mediale, das Colon descendens war demgemäss relativ kurz. Der Colonschenkel der Flexur bog steil nach vorn und medianwärts um, und lag

demgemäss vor und etwas medianwärts neben dem Colon descendens. Er stieg in derselben Richtung wie jenes auf und bog dicht unterhalb des unteren Endes der linken Niere medianwärts in breiterem Bogen in den Rectumschenkel um. Dieser kam so in seinem Anfange auf den M. psoas dicht neben der Wirbelsäule zu liegen, anstossend an die Flexura duodenojejunalis. Er stieg schräg medianwärts herab, so dass er allmählich gerade vor die Wirbelsäule zu liegen kam und als directe Fortsetzung in derselben Linie in das Rectum überging. Die Flexur war in dieser Lage an der hinteren Bauchwand festgeheftet, nur die obere Umbiegungsstelle konnte um ein weniges abgehoben werden. Ein Recessus intersigmoideus war nicht zu sehen.

Zur Erklärung dieser eigenthümlichen Lagerung könnte man die folgende Hypothese aufstellen. Da ich selbst nicht in der Lage war, Embryonen untersuchen zu können, muss ich mich hierbei auf die Untersuchungen von Toldt beziehen. Dieser giebt nun, wie ich oben angeführt habe, an, dass in der ersten Hälfte des vierten Embryonalmonats in Folge der Wendung des gemeinschaftlichen Gekröses des Dünndarmes und des oberen Dickdarmabschnittes nach rechts ein Zug auf die Flexur ausgeübt würde, in Folge deren dieselbe aus ihrer früheren Lage — flach in der linken Hüftgrube — so aufgerichtet wird, dass ihr unterer Schenkel an einer Gekrösfalte in die Höhe gehoben erscheint. Auf Taf. I Fig. 6 (1) ist diese Lage dann dargestellt. Wenn es möglich wäre anzunehmen, dass in dieser frühen Zeit eine dauernde Festheftung des Gekröses der Flexur in der angegebenen Lage hätte stattfinden können, so würde man, wenn man sich die Flexur weiterhin auswachsend denkt, ziemlich genau die Lagerung beim Erwachsenen erhalten, welche ich eben beschrieben habe. Man müsste annehmen, dass der Zug der durch die ersterwähnte Rechtswendung des gemeinschaftlichen Gekröses ausgeübt wird, eine längere Zeit eingewirkt habe als in den meisten Fällen, und noch zu der Zeit wirksam gewesen wäre, als die Anheftung der Gekrösplatten an die hintere Bauchwand erfolgte. Für die Hypothese, dass schon in so früher Zeit der Anfang dieser Lagerung der Flexur gesucht werden müsse, spräche auch der hohe laterale Anheftungspunkt des Mesosigmoideums. Dass die Entstehung auf entzündliche Processe im Kindesalter oder beim Erwachsenen zurückzuführen sei, durch welche die ursprünglich normal liegende Flexur in dieser Stellung an die Bauchwand geheftet wurde, halte ich für durchaus unwahrscheinlich. Einmal ist die Entstehung dieser so extremen und gleichmässig ausgebildeten Lage auf diese Weise kaum denkbar, und zweitens fand sich nicht der geringste Anhaltspunkt dafür, dass man es hier mit entzündlichen Verwachsungen zu thun habe. Ich würde daher die ersterörterte Hypothese zunächst noch für die wahrscheinlichste halten.

Im zweiten Falle, männliche Leiche, plötzlicher Tod, war die Bauchhöhle wieder frei von pathologischen Veränderungen. Das Colon descendens ging bis zu dem Abfall des M. psoas nach dem kleinen Becken etwa zwei Finger breit unterhalb der Spina ant. sup., das Mesosigmoideum zog sich bogenförmig am Rande des kleinen Beckens nach dem Promontorium hin. Diesem Rande folgte ebenso die Flexur; zog oberhalb des Promontoriums vor der vorderen Fläche des fünften Bauchwirbels quer vor der Wirbelsäule vorbei, lief über den rechten M. psoas und iliacus in der Höhe der Articul. sacro-iliaca dextra nach der Mitte der rechten Fossa iliaca hin und deckte auf diesem Wege von oben her das unterste Ende des Dünndarmes, welches von der vorderen Fläche des fünften Lendenwirbels leicht aufwärts steigend nach der Mitte der rechten Fossa iliaca hinzog, um dort in das Colon einzumünden. Das Coecum war in diesem Falle sehr kurz. Dasselbe stiess in der Mitte der Fossa iliaca an die Flexur an, welche hier nach medianwärts und unten in den Rectumschenkel umbog, den auf dem M. iliac. liegenden bis zum M. psoas herabhängenden Proc. vermif. deckend. Nach dieser steilen Umbiegung zog der Rectumschenkel quer medianwärts über iliacus und psoas nach dem Beckenabfalle des letzteren, um in der Gegend der Mitte der seitlichen Wand in das kleine Becken zu treten und in das ganz von rechts und lateralwärts nach unten und medianwärts verlaufende Rectum überzugehen. In diesem Falle war das Mesosigmoideum durchaus frei, man konnte die ziemlich lange Schlinge bequem in die unter a beschriebene Lage bringen, das Rectum war in seinem oberen Theile in Folge eines ziemlich langen Gekröses leicht beweglich. Der gesammte Dickdarm zeigte eine mässig starke Anfüllung mit Gas. Dicht neben der Wirbelsäule auf dem linken psoas befand sich der etwa 2 ^{cm} weite Eingang in einen kurzen Recessus intersigmoideus.

Die eben beschriebene Lagerungsform ist von der vorigen dadurch sehr scharf geschieden, dass jene nur eine vorübergehende ist, diese eine bleibende war.

Bei völlig freiem Gekröse kann die Flexur natürlich sehr verschiedene Lagen einnehmen. Die wirkenden Kräfte sind gegeben durch die dem Darm vermöge seiner Muskulatur innewohnende Bewegungsfähigkeit, durch die Art und die Menge des Darminhaltes und durch die auf den Darm von verschiedenen Seiten her einwirkenden Nachbardarmschlingen. Diese verschiedenen Kräfte sind vollkommen hinreichend, um einer an einem freien Gekröse befindlichen Darmschlinge jede beliebige Lagerung zu geben, welche nach der Ausdehnung des Gekröses und der natürlichen Beschaffenheit der Darmschlinge in dem gegebenen Körperinnenraum überhaupt möglich und denkbar ist. Ich halte es nicht für richtig, wenn man dabei ein so sehr grosses, ja das weit überwiegende Gewicht, auf den Darminhalt legt, und

diesen bei der Lagerung der Flexur für maassgebend ansieht. Die eigene Bewegungsfähigkeit des Darmes ist eine so kräftige, wie man weiss, und bei jedem frisch getödteten Thiere sehen kann, und die schlüpfrige Oberfläche des Darmes sowie seine cylindrische schlangenartige Form sind so günstige Bedingungen für eine durch Einwirkung benachbarter Darmschlingen zu bewirkende Verschiebung, dass ich diesen beiden Momenten wenigstens dieselbe, wenn nicht eine grössere Wichtigkeit beilegen möchte als dem Darminhalte. Dieser letztere kann auf zwei Arten wirkend gedacht werden. Einmal dadurch, dass er durch seine Menge und Schwere den Darm zu einer schweren, steifen, daher schwieriger zu bewegenden Masse macht, oder dadurch, dass er in Folge seiner sonstigen Beschaffenheit reizend auf den Darm wirkt und so entweder mehr locale oder weiter verbreitete Bewegungen desselben hervorruft. Diese letztere Einwirkungsfähigkeit des Inhaltes können wir bei der gegenwärtigen Betrachtung vernachlässigen, da sie sich mechanisch nur als eigene Bewegung des Darmes oder der benachbarten Darmtheile äussern würde und daher schon unter dieser oben erwähnten eigenen Bewegungsfähigkeit mit einbegriffen ist. Es bleibt also hier nur die lastende steifende Wirkung zu betrachten übrig. Hier ist es ja nun selbstverständlich, dass eine Flexur, welche mit festeren, dicken und schweren Kothmassen gefüllt ist, vermöge der Schwere das Bestreben haben wird nach unten zu sinken und vermöge ihrer Steifigkeit sowohl der eigenen Muskulatur wie dem Drucke benachbarter Eingeweide grösseren Widerstand leisten wird. Sowohl in der aufrechten wie in der liegenden Stellung des Menschen wird also die Flexur in solchem Zustande das Bestreben haben in das kleine Becken zu sinken, doch wird es bei liegender Stellung einer viel geringeren Kraft bedürfen, die Flexur nach oben zu lagern als in stehender und die Bedingungen für die Verlagerung werden noch viel günstigere werden, wenn der Mensch nicht auf dem Rücken, sondern auf der Seite, oder sogar mehr nach der vorderen Seite hin übergeneigt liegt. Ist der Inhalt der Flexur an Menge bedeutend, aber dabei sehr leicht, ist der Darm z. B. mit Gasmengen erfüllt, so wird er nur durch seine Steifigkeit der eigenen Bewegung und dem Drucke der Nachbartheile grösseren Widerstand leisten, das Moment der Schwere fällt fort, ja wirkt sogar negativ, d. h. günstig für die Verschiebungsfähigkeit, falls die benachbarten Darmtheile schwerer sind. Die Flexur wird also in einem solchen Falle indifferenter werden, wenn ich diesen Ausdruck hier gebrauchen darf, d. h. sie wird von ihrer eigenen Muskulatur weniger beeinflusst werden als von den Einwirkungen der umliegenden Darmtheile und wird so an eine beliebige Stelle hinverlagert werden können. Aus diesen Gründen wird eine mit Gas erfüllte Flexur leichter nach oben geschlagen gefunden werden als eine mit Koth gefüllte. Doch geht aus dem eben Gesagten hervor, dass

eine mit Gas gefüllte Flexur auch ebenso leicht nach unten hängen, oder sonst eine Mittelstellung einnehmen kann, und dass eine mit Koth gefüllte nach oben geschlagen gefunden werden kann, und dieses letztere natürlich um so leichter, je geringer die Menge und Schwere des Kothinhaltes ist. So findet man denn in der That häufig genug mehr oder weniger mit Gas gefüllte Flexuren in dem kleinen Becken liegen und leere oder mit mässigen Kothmengen gefüllte nach oben geschlagen. Die Leichen, welche auf Anatomieen zur Untersuchung kommen, stammen ja in den meisten Fällen von Menschen, welche längere oder kürzere Zeit vorher im Bette gelegen haben, und wie wir schon sahen wird dieser Umstand ein günstiges Moment für die Verlagerung abgeben. Ferner ist zu berücksichtigen, dass nach dem Tode des Menschen eine Periode heftigerer Bewegung des Darmes eintreten wird. Es ist dieses wenigstens nach den Erfahrungen an Thieren wohl anzunehmen. Diese wird also wahrscheinlich die Lagerungsverhältnisse der Darmschlingen, wie sie zur Zeit des Todes bestanden, wieder ändern, und so postmortale Verhältnisse schaffen. Da hierbei indessen keine andere Kraft zur Geltung kommt als auch sonst im Leben wirkt, so wird diese Periode heftigerer Bewegung keine an sich abnormen Lagen hervorbringen, und wir werden die Lagerungsverhältnisse, wie wir sie nach dem Tode vorfinden, direct auf den Lebenden übertragen dürfen, d. h. natürlich nur als solche, welche bei demselben haben bestehen können, ohne dass es deshalb nöthig ist, dass sie auch während des Lebens des betreffenden Individuums jemals bestanden haben.

Nach dem eben Gesagten dürfte es unnöthig sein die Entstehung der oben zuletzt beschriebenen Lagerung noch weiter zu erklären.

Es ist selbstverständlich, dass zwischen den äussersten Lagen nach rechts und nach links, für welche jene beiden Fälle zufällig recht hübsche Beispiele lieferten, alle möglichen Zwischenformen denkbar sind und vorkommen. Viel häufiger indessen als diese Formen, bei denen die Flexur unmittelbar der hinteren Bauchwand anliegt, sind

c) jene, bei denen andere Darmtheile sie von der hinteren Bauchwand trennen und eventuell in solchen Mengen sich zwischen sie und die hintere Bauchwand einschieben, dass die Flexur mit einem grösseren oder geringeren Theile ihrer Länge an der vorderen Bauchwand unmittelbar anliegt, Fälle, die allen Anatomen wohl bekannt sind. Ich will alle diese sehr mannigfachen Lagerungsformen zu einer dritten Gruppe zusammenfassen. Zu ihrer Erklärung dürfte nach dem vorher Gesagten nichts weiter hinzuzufügen sein. Sie setzen alle ein freies Mesosigmoideum voraus und werden um so leichter

und in um so grösserer Ausdehnung nach oben geschlagen gefunden werden, je höher der laterale Anheftungspunkt des Mesosigmoideum liegt, und je länger die Schlinge der Flexur an sich ist. Die Spitze derselben kann dabei natürlich beliebig von der äussersten Linken nach der äussersten Rechten rücken.

II. Das Ende des Colon descendens liegt medianwärts von der Flexur.

Von diesem vierten Typus habe ich nur einen Fall gesehen und mir ist auch nicht bekannt geworden, dass andere einen solchen beobachtet haben; demgemäss scheint diese Lagerungsform recht selten zu sein. Auf Taf. XVI Fig. 1 habe ich versucht dieselbe darzustellen.

Es handelte sich in diesem Falle um eine männliche Leiche mit durchaus gesunden Baucheingeweiden. Das Colon descendens stieg, wie man auf Taf. XVI Fig. 1 sieht, schräg medianwärts hinab bis in die Gegend der Articulatio sacro-iliaca sinistra. Hier bog dasselbe in die Flexur um, deren Colonschenkel zunächst nach oben und leicht medianwärts verlaufend theils vor, theils leicht lateralwärts von dem Colon descendens diesem anliegend, aufstieg, sodann bog die Flexur in breiterem Bogen lateralwärts um in den Rectumschenkel, welcher durch den lateralen Theil der Fossa iliaca abwärts verlief, dann nach dem kleinen Becken umbiegend dicht unter dem Anfange der Flexur nach dem Eingange des kleinen Beckens hinzog und sich in der Gegend des Promontoriums in das normal liegende Rectum einsenkte.

Wie man sieht, lag in diesem Falle die Flexur gerade umgekehrt gerichtet wie gewöhnlich, da der Rectumschenkel sich links lateralwärts vom Colonschenkel befand. Soweit die Schlinge nach oben ragte, besass sie ein freies Mesosigmoideum, das mit seinem Anheftungsrande von dem Ende des Colon descendens schräg nach lateralwärts und unten nach der Stelle sich hinzog, an welcher der absteigende Theil des Rectumschenkels in den definitiv transversal verlaufenden umbog. Von hier an war der Darm fest an die Bauchwand geheftet. Ein Recessus intersigmoideus war natürlich nicht zu finden.

Wie konnte nun eine derartige Lagerungsform zu Stande kommen?

Vergleicht man die oben citirten Angaben von Toldt und die von ihm (1, Taf. I, Fig. 5) gegebene Abbildung der Lage der Flexur bei einem Embryo aus der zweiten Hälfte des dritten Monats, welche ich in den für uns wesentlichen Theilen in Taf. XVI Fig. 4a wiedergegeben habe, so scheint mir nur eine Art der Erklärung möglich, diese aber auch in der That nicht zu unwahrscheinlich zu sein.

Wie man sieht, liegt auf dieser Abbildung die Flexur fast vollständig

so wie bei dem eben beschriebenen Falle der aus der Fossa iliaca nach dem Rectum ziehende quere Theil, welcher ja fast ganz an die hintere Bauchwand geheftet war. Nimmt man nun an, dass von jener frühen Zeit der Embryonalentwickelung an die Flexur und ihr Gekröse in ihrem grössten medialen Theil im Wachsthum zurückbleibt gegen den äussersten lateralen Theil und den untersten Theil des Colon descendens und deren Gekröse, dass also gewissermaassen eine Verschiebung der Stelle des Wachsthumsmaximums von der medialen nach der lateralen Seite hin eintritt, so wird die erst beschriebene Form entstehen müssen. Die Strichzeichnungen Taf. XVI Fig. 4b, c, d, e, f, von denen die erste den Verlauf des Darmes in a wiedergiebt; mögen diese Entwickelung veranschaulichen.

Normaler Weise sollte die Flexur ja stärker wachsen als die Bauchwand und so eine sich mehr und mehr nach unten senkende Schlinge bilden. An der Stelle des stärksten Wachsthums würde natürlich auch das Gekröse am meisten wachsen und so das lange freie Mesosigmoideum sich bilden. Wächst nun die Flexur nicht in dem gewöhnlichen Maasse, sondern nur in demselben Grade wie die Bauchwand und ist dasselbe bei dem entsprechenden Gekröse der Fall, so liegt kein Grund vor, warum sich die Lagerung der Flexur zu der hinteren Bauchwand ändern sollte und das Gekröse wird demgemäss frühzeitig mit der Bauchwand verkleben. Es würde, falls dieses dem der Bauchwand gleiche Wachsthum das Colon descendens mitbeträfe, einfach ein kurzer Dickdarm resultiren, welcher ungefähr dieselbe Lage besitzt, wie der auf der Taf. XVI Fig. 4a gezeichnete. Tritt nun aber durch Verschiebung des Wachsthumspunktes ein stärkeres Wachsthum des lateralen Theils der Flexur und des untersten Theils des Colon descendens ein, so wird die Länge des Colon descendens Flexur dieselbe werden können, wie sonst, aber die Lagerung wird eine andere sein. Lassen wir also in diesem Falle den oberen Theil des Colonschenkels der Flexur bez. den unteren Theil des Colon descendens besonders stark auswachsen (die Stelle bei α), so wird dieser Theil sich zunächst mehr lateralwärts ausbuchten. Diese Ausbuchtung wird naturgemäss sehr bald an die laterale Bauchwand stossen, während von vorne her das Convolut des Dünndarmes sie zurückdrängt, und in Folge dessen wird die Bildung einer entgegengesetzt gerichteten Krümmung, resp. die Vertiefung einer solchen schon vorhandenen oberhalb von α im Colon descendens eintreten (Taf. XVI Fig. 4β). Durch diese wird das untere Ende des Colon descendens medianwärts gerichtet werden, und je mehr die Schlinge bei α auswächst, um so tiefer wird die Einbuchtung bei β werden, um so weiter medianwärts wird das untere Ende des Colons rücken. Da das Colon descendens während dieser Zeit natürlich auch weiter auswächst, so wird der Punkt β nicht nur weiter medianwärts, sondern auch tiefer rücken bis er schliesslich eventuell an den

transversalen Theil der Flexur anstösst. Auf diese Weise entwickeln sich die verschiedenen Formen b, c, d, e, f aus einander, bis diese letzte uns genau die Lagerungsform wiedergiebt, welche wir oben vom Erwachsenen beschrieben haben. Der Punkt α liegt jetzt auf dem Scheitel der nach oben geschlagenen Flexur, welche indessen eigentlich gar nicht dem sonst Flexur genannten Darmtheile, sondern nur dem Colonsschenkel desselben entspricht, und der Punkt β ist herabgerückt, liegt dicht über dem transversalen Theile der Flexur und an der Umbiegung in den scheinbaren Colonschenkel der fertigen Flexur. Der Rectumschenkel der Flexur wird eigentlich nur repraesentirt durch den fest der Bauchwand angehefteten transversalen Theil.

Die Leichtigkeit, mit welcher man die eigenthümliche Lagerung der Flexur auf diesem Wege entwickelungsgeschichtlich construiren kann, macht mich wohl geneigt die Hypothese als richtig anzuerkennen. Immerhin ist nicht zu verkennen, dass es äusserst wünschenswerth wäre, wenn umfassendere entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen über die Lagerung der Baucheingeweide vorhanden wären. Es lassen sich solche ja natürlich nur an Orten ausführen, welche durch Materialreichthum besonders begünstigt sind. Erst wenn solche umfassendere Untersuchungen vorhanden sein werden, wird es möglich sein etwas weniger tappend die beim Erwachsenen vorkommenden Lagen zu erklären. Selbstverständlich sind auch sehr grosse Zahlen aufweisende Beobachtungen am Erwachsenen von grosser Wichtigkeit. Einmal wird durch solche noch manches neue auf diesem so interessanten Gebiete sich ergeben, und dann wird man eben auch die Procentzahlen ausreichend genau fixiren können, wozu ich in der vorliegenden Arbeit gar keinen Versuch gemacht habe, da dieselben doch zweifellos falsch geworden wären bei dem so geringen Material.

Die vorliegende Arbeit würde jedenfalls am meisten Werth bekommen, wenn sie die Anregung gäbe, nach den erwähnten Richtungen hin neue umfassende Arbeiten zu veranlassen.

Literatur.

1) C. Toldt, Bau und Wachsthumsverhältnisse der Gekröse des menschlichen Darmcanals. *Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien.* Math.-naturw. Classe. Bd. XLI.

2) A. Tarenetzky, Beiträge zur Anatomie des Darmcanals. *Mémoires de l'académie de St. Pétersbourg.* 1881. Série VII. Tome XXVIII.

3) W. Braune, Notiz über die Ringform des Duodenums. *Dies Archiv.* 1877.

4) W. Braune, Ueber die Beweglichkeit des Pylorus und des Duodenum. *Akademisches Programm.* Leipzig. Edelmann. 1873.

5) Engel, Einige Bemerkungen über Lageverhältnisse der Baucheingeweide im gesunden Zustande. *Wiener Wochenschrift.* Nr. 30, 32, 33, 35, 37, 39, 41. Da mir die Originalabhandlung nicht zugänglich war, citire ich nach dem *Jahresbericht* von Henle und Meissner.

6) Luschka, *Die Lage der Bauchorgane des Menschen.* Carlsruhe 1873.

7) His, Ueber Praeparate zum Situs viscerum mit besonderen Bemerkungen über die Form und Lage der Leber, des Pankreas, der Nieren und Nebennieren, sowie der weiblichen Beckenorgane. *Dies Archiv.* 1878.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XVI.

Die Abbildungen 1, 2, 3 sind schematisch gezeichnet, dementsprechend ohne auf das körperliche Hervortreten namentlich des Knochenschemas viel Rücksicht zu nehmen. Die in dieses eingetragenen Darmtheile sind jeder für sich zu betrachten, gehören nicht etwa zu einem Falle, wie das ja auch aus der vorstehenden Arbeit hervorgeht. Ausser Darm und Pankreas sind von Weichtheilen angedeutet der Umfang jeder Niere, die beiden Mm. psoas und die Aorta und Vena cava soweit sie für die Arbeit in Betracht kommen. Buchstaben habe ich diesen leichtverständlichen Abbildungen nicht weiter beigefügt. Abbildung 4 *a* ist eine theilweise Copie einer Figur aus der Arbeit von Toldt, wie das in vorstehender Arbeit des genaueren angegeben worden ist. Die Figg. 4 *b, c, d, e, f* geben Strichzeichnungen des Darmes aus Fig. 4 *a*, deretwegen ebenfalls auf die vorstehende Arbeit verwiesen wird.

Zur Entwickelung des Glaskörpers.

Von

Franz Keibel,
cand. med.

(Aus dem anatomischen Institut zu Strassburg.)

(Hierzu Taf. XVII.)

Nach R. Virchow's Vorgang (Archiv Bd. IV S. 486 und Bd. V S. 278) hat man das Glaskörpergewebe lange Zeit als einen, den einzigen Rest des Schleimgewebes im ausgebildeten Körper betrachtet und das Gewebe des Glaskörpers in eine gewisse Parallele zu dem der Nabelschnur gestellt. In der Folge trat dann C. O. Weber (Virchow's Archiv Bd. XVI und XIX) für die Auffassung des Glaskörpergewebes als Schleimgewebe ein, und wie Virchow auch noch in der neuesten Auflage (4) der Cellularpathologie an seiner Anschauung festhält, finden wir dieselbe in dem Lehrbuch der pathologischen Anatomie von Birch-Hirschfeld (2. Auflage, Theil 1, S. 114). Auch eine der letzten entwickelungsgeschichtlichen Veröffentlichungen, welche diese Frage, wenn auch nur im Vorbeigehen, berührt, steht vollkommen auf Virchow's Standpunkt. Bugnion sagt in der Einleitung zu Rubattel's „Recherches sur le développement du cristallin chez l'homme et quelques animaux supérieurs" pag. 5: „Dernier vestige de mésoderme intérieur de l'oeil, le corps vitré peut être considéré comme du tissu connectif atrophié, privé de ses vaisseaux et de la plupart de ses cellules et ayant subi une sorte de transformation colloïde."

In der That schienen besonders die pathologischen Verhältnisse für Virchow's Lehre zu sprechen. So die Verknöcherung des Glaskörpers, wie sie z. B. von Wittich (Virchow's Archiv Bd. V) beschrieben hat, und wie sie in den Lehrbüchern der Ophthalmologie als ein nicht seltenes

Vorkommen bezeichnet wird. Obwohl von Anderen (Haab in Ziegler's Lehrbuch der allgemeinen und speciellen pathologischen Anatomie Bd. II, S. 108) derartige Erscheinungen auf die Verknöcherungen „eitriger von der Chorioidea gelieferter Exsudate zurückgeführt werden.“ Auf der anderen Seite musste bei weiteren Untersuchungen das eigenthümliche Verhalten der Glaskörperzellen auffallen. So unterschied Iwanoff (Zur normalen und pathologischen Anatomie des Glaskörpers, Archiv für Ophthalmologie Bd. XI) drei Arten von Zellen im Glaskörper: Rundzellen, Stern und Spindelzellen und besondere vacuolenhaltige Zellen. Zwischen diesen Formen finden sich die mannigfachsten Uebergänge. Doch trotz dieser Mannigfaltigkeit der Form haben Pagenstecher (Zur Pathologie des Glaskörpers, Archiv für Augen- und Ohrenheilkunde Bd. 1, Abtheilung 2, 1870) und Schwalbe (Art. Glaskörper in Graefe und Saemisch's Handbuch der Augenheilkunde Bd. I) alle diese Zellen als Leukocyten erkannt; ja Schwalbe gelang es experimentell den Nachweis zu führen, wie solche Gebilde zu Stande kommen.

Bringt man den Glaskörper eines Säugethieres in den Rückenlymphsack eines Frosches, dessen Leucocyten, wie es uns von Recklinghausen (Virchow's Archiv Bd. 27, 1863) gelehrt hat, durch feinste Farbstoffkörnchen kenntlich gemacht sind, so wandern die Leucocyten des Frosches in den eingebrachten Glaskörper über und nehmen Formen an, wie sie Iwanoff von den Glaskörperzellen beschrieben hat. Diese Versuche Schwalbe's sind von Potiechin (Virchow's Archiv 1878, Bd. 72) für den entwickelten Glaskörper auf das vollständigste bestätigt worden. Potiechin wiederholte nicht nur Schwalbe's Versuche mit dem besten Erfolge, sondern unterstützte sie auch noch durch die Resultate, welche er nach einer von J. Arnold (Virchow's Archiv Bd. LIV, Abtheilung 3) angegebenen Methode erhielt. Er injicirte in den Glaskörper des Auges mit einer Pravaz'schen Spritze einige Tropfen mit Zinnober gemischten Wassers und versetzte so den Glaskörper in einen Zustand traumatischer Entzündung. Auch hier konnte er dann an den einwandernden Leucocyten die characteristischen Formveränderungen nachweisen. Dagegen behauptete Potiechin, dass im embryonalen Glaskörper neben den Leukocyten entsprechenden Elementen, unzweifelhaft fixe Bindegewebszellen vorkämen. Er wurde in dieser Ansicht durch die namhaftesten Autoren unterstützt. Schon R. Virchow hatte seine Lehre durch die Beobachtung von Säugethier- und Menschenembryonen begründet, und Schoeler, Koelliker, Babuchin, Lieberkühn u. a. waren auf das lebhafteste für die Entstehung des Glaskörpers aus bindegewebiger Grundlage eingetreten. Den einzigen namhaften Widerspruch fand diese Lehre von Seiten Kessler's, der den Glaskörper als ein Gefässtranssudat auffasste. So hat denn auch Schwalbe auf

Potiechin gestützt in seinem Lehrbuche an der bindegewebigen Natur des Glaskörpers festgehalten; wogegen er seine schleimgewebige Natur in Abrede stellt.

Die nachstehende Untersuchung soll der Frage über das Gewebe des Glaskörpers vom entwickelungsgeschichtlichen Standpunkte näher zu treten versuchen.

Auf zweierlei Weise kann man das Vorkommen von mesodermatischem Gewebe zwischen der Linse und der secundären Augenblase erklären.

Erstens, ist zwischen dem Epidermisblatt und der primären Augenblase schon vor Beginn der Linseneinstülpung Bindegewebe gewesen, so muss dasselbe natürlich von der sich bildenden Linse in die secundäre Augenblase eingestülpt werden.

Zweitens, wird das Vorhandensein mesodermatischen Gewebes zwischen der primären Augenblase und dem Ectoblast zur Zeit der Linsenbildung bestritten, so bleibt der Weg um den Aequator der Linse herum und der durch die foetale Augenblasenspalte; auf beiden kann Bindegewebe hineinwuchern.

Die erste Art der Bildung tritt in der Darstellung der meisten Autoren wenigstens für das Säugethier in den Vordergrund. Aber auch das Einwuchern des Bindegewebes durch die foetale Augenspalte wird behauptet, und dieser Weg von der Mehrzahl für das Hühnchen ausschliesslich in Anspruch genommen. Nach Lieberkühn befindet sich sowohl beim Hühnchen als auch beim Säugethier, zwischen der Wand der primären Augenblase und der Epidermisanlage eine feine Schicht von Bindegewebe. Diese wird nun von der sich einstülpenden Linse vor sich her in die sich bildende secundäre Augenblase hineingeschoben. Es hängt dieses Bindegewebe natürlich mit dem Bindegewebe unterhalb der Augenblase unmittelbar zusammen, und es ist kein principieller Unterschied zwischen demselben und dem durch die foetale Augenblasenspalte hineinwuchernden.

Dagegen leugnen Schöler und Kölliker, dass sich beim Hühnchen vor Beginn der Linseneinstülpung mesodermatisches Material zwischen der Stelle des Ectoblastes, welcher die Einstülpung entspricht, und der primären Augenblase befindet. Für das Säugethier theilen sie die Auffassung Lieberkühns.

Mit Recht macht in Bezug hierauf Kessler darauf aufmerksam, dass dadurch ein principieller Unterschied zwischen der Entwickelung des Säugethier- und Vogelauges aufgestellt werde. Es hätte daher scheinen sollen, dass man die Beobachtung Lieberkühn's, welche diese Schranke niederreisst, als einen wesentlichen Fortschritt hätte begrüssen sollen. Um so überraschender war es, als nun Kessler fand, dass sich weder bei Vögeln, noch bei Säugethieren eine solche bindegewebige Schicht zwischen primärer

Augenblase und Epidermis befindet und demnach auch eine Einstülpung derselben in den Raum zwischen Linse und secundärer Augenblase unmöglich ist. Da Kessler auch zu gleicher Zeit das Hineinwachsen von Bindegewebszellen durch den Augenspalt leugnete, kam er folgerichtig zu dem Schluss, dass der Glaskörper sich überhaupt nicht aus einer derartigen bindegewebigen Grundlage entwickele.

Doch fanden die Ansichten Kessler's wenig Anerkennung; noch in seinem „Grundriss der Entwickelungsgeschichte des Menschen 1884" sagt Kölliker: „Neue Erfahrungen haben mir ergeben, dass der Glaskörper von unten und von vorn sich hineinbildet und reichlich mit Zellen versehen ist." Kölliker bezieht sich hier wohl sichtlich auch auf seine 1882 in den Verhandlungen der phys. med. Gesellschaft zu Würzburg und 1883 in der Gratulationsschrift für Zürich niedergelegten Untersuchungen jüngerer menschlicher Embryonen. Ich werde auf dieselben noch zurückkommen müssen. Für Feldmaus und Huhn wenigstens kann ich Kessler's Angaben und Abbildungen durchaus bestätigen und vielleicht noch ergänzen, insofern mir die vollständige Serie von Horizontalschnitten eines Mäuseembryo von 6 ^{mm} Steissnackenlänge vorliegt, in einem Stadium, das eine Entwickelung des Auges zeigt, wie sie zwischen denen, welche die Abbildungen 67 und 68 bei Kessler zeigen mitten inne steht. An den Sagittalschnitten eines Mausembryo aus demselben Uterus tritt besonders deutlich hervor, dass auch durch den Augenblasenspalt kein Bindegewebe einwuchert. Die in Rede stehenden Foeten sind sofort, nachdem sie aus dem frisch getödteten Mutterthiere hinausgeschnitten waren, in 10 $^0/_0$ Salpetersäure gehärtet und dann mit Alkohol weiter behandelt worden. Sie wurden mit Alauncarmin im ganzen gefärbt und nach der von Graf Spec etwas modificirten, im Neapeler Institut schon vor längerer Zeit angewendeten Methode, in Schnittbänder zerlegt. Die in Stücke von entsprechender Länge getheilten Schnittbänder wurden dann mit einer Lösung von gereinigtem Gummi arabicum auf den Objectträger geklebt (vergl. V. Noorden, Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte 1883) das Paraffin durch Xylol ausgezogen und die Schnitte in gewöhnlicher Weise in Xylolcanadabalsam eingebettet.

Die so behandelten Schnitte zeigen auch die histologischen Verhältnisse, insbesondere die Kerntheilungsfiguren klar und deutlich. Ich muss auf die Behandlungsweise der Praeparate besonderen Werth legen, weil sich nur durch dieselbe die Widersprüche so vorzüglicher Beobachter wie Lieberkühn und Kölliker einerseits, Kessler andererseits erklären lassen. Ich kann dies mit um so grösserem Rechte betonen, als ich bei Praeparaten welche mit Müller'scher Flüssigkeit behandelt waren, oder welche nicht ganz frisch in die Härtungsflüssigkeit eingelegt werden konnten, vorzüglich auch an zwei menschlichen Embryonen Bilder erhielt, die auch mich zu

den Schlüssen Kölliker's und Lieberkühn's geführt hätten. Bei Mäuseembryonen nun, bei welchen ich die Resultate beider Praeparationsmethoden vergleichen konnte, erschien es mir unzweifelhaft, dass die in Salpetersäure oder Chromessigsäure oder Flemming'scher Lösung gehärteten Objecte, die den wirklichen Verhältnissen entsprechenden Bilder geben, während ich in den anderen mehr oder weniger Kunstprodukte sehen musste. In den beiliegenden Zeichnungen gebe ich die Horizontalschnitte durch das Auge des schon erwähnten in Salpetersäure gehärteten Mäuseembryo von 6 ^{mm} Steissnackenlänge.

Die Linse zeigt noch eine vollkommene Blasenform, ihre hintere Wand ist noch nicht wesentlich verdickt. Die ersten Pigmentkörnchen beginnen sich in der äusseren Wand der secundären Augenblase zu zeigen. In den oberen Schnitten (1—18) findet man zwischen Linse und innerem Blatt der secundären Augenblase weder Zellen noch zellenlose Substanz. Die Linse liegt ganz fest an dem inneren Blatte der Augenblasenwand an; wenigstens konnte ich, selbst bei den stärksten Vergrösserungen (Seibert, homogen. Imm. $^1/_{12}$) keine Zwischensubstanz erkennen (Fig 1 und 2). Erst in den weiteren Schnitten (von Schnitt 19 Fig. 3 und 4) treten ganz vereinzelte Zellen mit spindelförmigen Kernen und verschwindend geringem Protoplasma auf. Doch der Zusammenhang dieser Zellen mit einem tiefer folgenden kolbenförmigen Blutgefäss ist deutlich ersichtlich (Fig. 5, 6 und 7). Dieses Blutgefäss steht unterhalb der Linse (Sch. 24 Fig. 8) mit den Gefässen, welche das äussere Blatt der Augenblase umspinnen, in weiter Verbindung, ebenso mit einem Gefässe des Augenblasenstieles. Wir haben hier keine Gefässschlinge, sondern einen Gefässkolben; zwischen den denselben begrenzenden Gefässendothelien und der inneren Wand der secundären Augenblase lässt sich trotz der sorgfältigsten Nachforschung keine Spur von Bindegewebe auffinden. Ebenso bin ich überzeugt, dass die vereinzelten Zellen, welche man in den höheren Schnitten zwischen Linse und Augenblase sehen konnte, als Gefässsprossen anzusehen sind. Ausser dem Interesse für die Entwickelung des Glaskörpers hat die Anordnung der Gefässe in diesem Falle noch dadurch eine besondere Bedeutung, dass Kessler behauptet, bei einem vierwöchentlichen menschlichen Embryo, den er in seiner Abhandlung Fig. 88 abbildet, dieselbe Gefässanordnung beim Auge gefunden zu haben, wie beim Mäuseembryo der entsprechenden Entwickelung. Er konnte jedoch keine definitive Entscheidung treffen, da ihm lückenlose Serien fehlten. Jetzt hat auch Kölliker in seinen oben erwähnten Abhandlungen 1882 und 1883 erklärt, dass er auf seine Beobachtung einer Gefässschlinge beim menschlichen Embryo, wie er sie in seinem Handbuche Fig. 402 abbildet und allerdings auch noch in seinem Grundrisse von 1884 wiedergiebt keinen besonderen Werth legen könne.

Auch die beiden jüngeren menschlichen Embryonen, deren Untersuchung mir Hrn. Prof. Schwalbe's Güte ermöglichte, gestatten keine Entscheidung dieser Frage. Beide sind zu sehr verändert, als dass man über feinere histologische Verhältnisse irgend einen Aufschluss bei ihnen finden könnte.

Dennoch will ich bei dem so spärlich vorhandenen Material über den Befund berichten und auch die wichtigsten Maasse, soweit sie das Auge betreffen, mittheilen; vor Allem auch, da der jüngere Embryo von 8·5 mm — ich will ihn kurz Embryo *A* nennen, während ich den älteren von 13·5 mm mit *B* bezeichne — eine ungleichmässige Entwickelung beider Linsen zeigt, die vielleicht überhaupt zu einer Untersuchung der Entwickelung der beiden symmetrischen Körperhälften auffordern könnte.

Während die Linse der rechten Seite, nach welcher der Embryo sich spiralig windet, bereits vollkommen abgeschnürt ist, ist die der linken Seite noch weit offen. Was den Glaskörper anbetrifft, so zeigt er, wie wir sehen werden, dieselben Verhältnisse, wie sie Kölliker bei seinen Embryonen 1882 und 1883 gefunden hat; doch wage ich aus diesen Bildern aus den schon oben erwähnten Gründen keine weitergehenden Schlüsse zu ziehen.

Der 8·5 mm lange Embryo *A* verliert bei Oeffnung des Eies trotz vorsichtiger Behandlung dennoch die Dotterblase und die eben angelegten Extremitäten. Er wird weiter in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet und zeigt in den Schnitten eine bessere Erhaltung der Gewebe, als man es nach dem Verhalten beim Eröffnen des Eies erwarten durfte.

Durch das linke Auge, dessen Linseneinstülpung, wie erwähnt, noch offen ist, fallen 36 Schnitte. In den oberen Schnitten, auch dort noch, wo die secundäre Augenblase sich schon nach aussen öffnet, zieht die ein- bis höchstens zwei Zellen starke Epidermisanlage ohne eine Aenderung zu zeigen über die Augenanlage fort. Zwischen Epidermis und der Augenblase findet sich eine ziemlich beträchtliche Mesodermschicht mit deutlichen Kernen, die sich auch in den Augenbecher hinein verfolgen lässt. In der Augenblase werden die Kerne allmählich sparsamer und gehen in eine leicht gekörnte, bei schwächeren Vergrösserungen homogen erscheinende Masse über; die Masse scheint stark geschrumpft zu sein, denn zwischen ihr und dem mehrfach gefalteten Blatt der inneren Augenblase ist ein beträchtlicher Raum, in welchem sich weder Kerne noch Gerinnsel irgend welcher Art nachweisen lassen. Augenscheinlich berührten sich also im frischen Zustande das innere Blatt der Augenblase und die fragliche Masse.

Auf den ersten Schnitten, welche die Linse treffen, finde ich zwischen derselben und der Epidermis eine dünne Mesoblastschicht mit deutlichen Kernen; zu beiden Seiten der Linse, also zwischen ihr und dem Rande der secundären Augenblase, zieht sich Mesoblastgewebe nach dem Glaskörper-

raum hinein, auch hier werden, wie in den höheren Schnitten, die Kerne allmählich spärlicher, und die oben beschriebene, leicht gekörnte Masse tritt in den Vordergrnnd. Dagegen tritt schon in den nächsten Schnitten diese Masse im Glaskörperraume gegen Zellanhäufungen zurück, in denen ich deutlich die Zellen embryonaler Gefässwandungen und Blutkörperchen zu erkennen glaube, ohne jedoch den Verlauf der Gefässe selbst genau verfolgen zu können. An dem Schnitte (21), in welchem man diese Verhältnisse zuerst sieht, findet man die über die Linse hinziehende Epidermisschicht leicht verdickt, aber immer noch ist sie von der Linse durch eine dünne mesodermatische Schicht getrennt. Zwei Schnitte darunter ist die Epidermis mit der Linse verbunden. Wieder zwei Schnitte tiefer wird es dann deutlich, wie die Epidermis sich umschlägt, sich zur Linsenwand verdickt, wie sich dann wieder die aus 4—5 Zellschichten bestehende Linsenwand umschlägt und in die einschichtige Epidermis übergeht. Zwischen den Rändern beider Umschlagstellen ist ein deutliches Lumen. An weiteren Schnitten zeigt sich dann auch, dass das Glaskörpergewebe durch den weit offenen foetalen Augenblasenspalt mit dem mesodermatischen Gewebe unter der Augenblase in Zusammenhang steht. Durch den Augenblasenspalt scheint das Gefäss oder scheinen die Gefässe einzutreten, welche oben erwähnt wurden. Gefässe, welche die secundäre Augenblase umspinnen, habe ich nicht deutlich erkennen können, dass solche Gefässe etwa neben oder über der Linse mit den Gefässen im Glaskörperraum zusammenhängen sollten, glaube ich sogar ausschliessen zu dürfen.

Die Blätter der Augenblase selbst sind mehrfach gefaltet, besonders das äussere Blatt, das noch keine Spur von Pigment zeigt. Zwischen beiden Blättern der Augenblase befindet sich ein ziemlich breiter Spalt, der durch den primitiven Opticus in weiter Verbindung mit dem Medullarrohre steht.

Das rechte Auge sieht man auf 37 Schnitten getroffen. Es zeigt die Linse ganz abgeschnürt; dieselbe ist eine mehrfach gefaltete Blase, in deren Innerem sich ein Gerinnsel befindet. Die Linse hängt nicht nur nicht mit der Epidermis zusammen, sie ist vielmehr an allen Schnitten durch eine Mesodermschicht von derselben getrennt.

Im Uebrigen zeigt das rechte Auge die schon bei dem linken beschriebenen Verhältnisse, nur sieht man hier deutlich, dass die secundäre Augenblase von Gefässen umsponnen ist.

Möge hier noch eine übersichtliche Zusammenstellung der Maasse Platz finden.

Am linken Auge war:

1. die Dicke der Epidermis vor der Einstülpung 11 μ.
2. die Dicke der inneren Wand der Linseneinstülpung 35 μ.

3. das innere Blatt der Augenblase 55 μ.
4. das äussere Blatt der Augenblase 11 μ.

Das rechte Auge ergab:

1. die Dicke der Epidermis über der abgeschnürten Linse 11 μ.
2. die vordere Wand der Linsenblase 33 μ.
3. die hintere Wand 33 μ.
4. das innere Blatt der secundären Augenblase 55 μ.
5. das äussere Blatt 11 μ.
6. der senkrechte Durchmesser der Linse 220 μ.

Der 13·5 mm lange Embryo *B* ist in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet; er zeigt vollkommen geschlossene Linsenblasen und deutliches Pigment in der ganzen Ausdehnung des äusseren Blattes der secundären Augenblasen. Die histiologischen Verhältnisse sind sehr stark verändert. Da das Auge besonders stark geschrumpft ist und die Wandungen der secundären Augenblase vielfach wie eine Halskrause gefaltet sind, liessen sich auch von den Maassen nur der senkrechte Linsendurchmesser gleich 280 μ und die Dicke der Epidermisdecke über der Linse gleich 11 μ mit einiger Zuverlässigkeit ermitteln.

Wenn ich das Ergebniss meiner Untersuchung zusammenfasse, so lautet es ungefähr folgendermaassen: Bei der Maus und dem Huhn befindet sich vor der Linseneinstülpung kein Mesodermgewebe zwischen der Linse und der primären Augenblase, es kann somit auch nicht eingestülpt werden und das Material für die Bildung des Glaskörpers abgeben. Auch in den späteren Stadien habe ich um den Aequator der Linse herum kein Bindegewebe in den Glaskörperraum einwandern sehen. Ebenso tritt mit Ausnahme des oben beschriebenen Gefässkolbens durch den Augenblasenspalt kein mesodermatisches Gewebe in den Glaskörper. Aus diesem Gefäss muss sich demnach der Glaskörper bilden. Auch in ihm und seinen Gefässsprossen hätten wir ja ein bindegewebiges Material für die Entstehung der zelligen Elemente des Glaskörpergewebes, aber dasselbe ist doch wesentlich von dem der meisten Autoren zu unterscheiden. Auch nach meiner Darstellung brauchte man nicht alle im embryonalen Glaskörper anzutreffenden Zellen als Leucocyten aufzufassen; es liesse sich immer noch denken, dass ein Theil derselben von nicht canalisirten Gefässsprossen abstammte. So ist die Frage über die Natur dieser Elemente auch hierdurch nicht definitiv entschieden, obwohl doch den Leucocyten auch unter den Zellen des embryonalen Glaskörpers die erste Rolle gesichert sein dürfte. Auch der viel umstrittenen Linsenkapsel, die Sernoff (nach Kessler's Referat, vergl. auch Waldeyer in Nagel's ophthalmolog. Jahresber. Bd. I) als Paradigma für die Bildung derartiger Membranen aus mesodermatischen Materialien hin-

gestellt hat, glaube ich auf Grund dieser Untersuchung der Hauptsache nach, ihre Eigenschaft als epitheliale Cuticularbildung wahren zu müssen. Selbst trotz der entgegenstehenden Veröffentlichung Rubattel's. Erstlich erscheint mir Rubattel's Behauptung, dass die „wahre Kapsel“ (la capsule vraie) immer an das Erscheinen der Gefässe gebunden ist, ziemlich willkürlich, wie sie auch den Beobachtungen anderer Autoren, z. B. Kölliker, widerspricht. Dann scheinen mir gerade die Praeparate Rubattel's sowohl nach der Art ihrer Härtung als nach Beschreibung und Abbildungen bedeutend verändert zu sein. Ich habe an vielen Praeparaten ähnliche Veränderungen gesehen, wie Rubattel sie seiner Arbeit zu Grunde legt. Ich habe diese Bildungen im Wesentlichen für Kunstprodukte gehalten und halte sie auch noch dafür. Rubattel sagt zwar: „Ce ne peut être une production artificielle, parce qu'elle est trop régulière, trop nette, et qu'on la retrouve aussi chez l'embryon de porc et chez l'embryon humain, comme nous le verrons bientôt“; aber dürfen wir uns wundern, wenn bei gleicher Behandlung auch immer wieder die gleichen Kunstprodukte zu Stande kommen? Müssen wir uns da nicht an die Fasernetzgerüste des Glaskörpers und an Hannover's Glaskörperpraeparate erinnern? Es mag immerhin zugestanden werden, dass die Reste der embryonalen Gefässe einen Theil der definitiven Linsenkapsel ausmachen; im Wesentlichen haben wir in ihr eine epitheliale Cuticularbildung vor uns.

Allerdings kann ich mir ja nur für Huhn und Maus über diese Fragen ein bestimmtes Urtheil erlauben. In wieweit diese Resultate auf die Säugethiere und Vögel im Allgemeinen zu übertragen sind, bliebe zu untersuchen.

Die Embryonen von Hund, Schwein, Kaninchen und vor Allem vom Menschen haben mir keine befriedigenden Resultate ergeben, ein Misserfolg, den ich, wie ich glaube, mit Recht, durch die Mangelhaftigkeit des mir zugänglichen Materials erklären kann. Jedenfalls wird man auch an ihnen die Frage noch einmal prüfen müssen, und wird besonderes Gewicht auf die Härtungsmethode und darauf, dass man die betreffenden Embryonen vollkommen frisch behandelt, zu legen haben.

Litteratur.

1. Babuchin, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Auges. *Würzburger naturwissenschaftliche Zeitung*. Bd. IV. S. 71.

2. v. Baer, *Untersuchungen über die Entwickelung des Wirbelthieres.*

3. H. Beauregard, Etude du corps vitré. *Journal de l'anatomie* par Robin et Pouchet 1880.

4. Goette, *Die Entwickelungsgeschichte der Unke* u. s. w. 1875.

5. Haab, Artikel „Auge" in Ziegler's *Lehrbuch der pathologischen Anatomie.* Jena 1885. Bd. II. Abth. 3.

6. Hensen, Max Schultze's *Archiv*. 1866. S. 420.

7. Birch-Hirschfeld, *Lehrbuch der pathologischen Anatomie.* 1883. 2. Aufl.

8. W. His, *Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes.* Leipzig 1868.

9. Derselbe, *Unsere Körperform und das physiologische Problem ihrer Entstehung.* Leipzig 1875.

10. Iwanoff, Zur normalen und pathologischen Anatomie des Glaskörpers. *Archiv für Ophthalmologie.* Bd. XI.

11. Kessler, *Untersuchungen über die Entwickelung des Auges.* Dissertation. Dorpat 1871.

12. Derselbe, *Zur Entwickelung des Auges der Wirbelthiere.* Leipzig 1877.

13. Klebs, Zur normalen und pathologischen Anatomie des Auges. Virchow's *Archiv.* Bd. XXI.

14. Kölliker, *Handbuch.* 1877.

15. Derselbe, Zur Entwickelung des Auges und des Geruchsorganes menschlicher Embryonen. *Verhandlungen der physikalischen und medicinischen Gesellschaft zu Würzburg* 1882.

16. Derselbe, *Gratulationsschrift zum 50 jährigen Jubiläum von Zürich.* 1883.

17. Derselbe, *Grundriss.* 1884. 2. Aufl.

18. Derselbe, *Handbuch der Gewebelehre.* S. 376.

19. Derselbe, *Würzburger Verhandlungen.* Bd. II. S. 160.

20. Lieberkühn, *Ueber das Auge des Wirbelthierembryo.* Cassel 1872.

21. Potiechin, Ueber die Zellen des Glaskörpers. Virchow's *Archiv.* 1878. Bd. LXXII. S. 157.

22. Remak, *Untersuchung über die Entwickelung der Wirbelthiere.* Bd. 1851.

23. R. Rubattel, *Recherches sur le Developpement du cristallin.* Genève 1885.

24. Schöler, *De oculi evolutione in embryonibus gallinaciis.* Dorpat 1848.

25. Schwalbe, Art. Glaskörper. Graefe und Saemisch, *Handbuch der Augenheilkunde.* Bd. I.

26. Derselbe, *Lehrbuch der Sinnesorgane.* 1883. Lfg. 1.

27. Sernoff, Ueber die Entwickelung der Linsenkapsel. *Russische kriegsärztliche Zeitschrift.* 1871.

28. Derselbe, Zur Entwickelung des Auges. *Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften.* 1872. Nr. 13.

29. H. Virchow, Ueber Zellen des Glaskörpers. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1884. Bd. XXIV.

30. R. Virchow, Notiz über den Glaskörper. Virchow's *Archiv.* Bd. IV. S. 468.

31. Derselbe, Ueber den menschlichen Glaskörper. Virchow's *Archiv.* Bd. V. S. 478.

32. Derselbe, *Cellularpathologie.* 1871. 4. Aufl.

33. Waldeyer, Nagel's *Ophthalmolog.* Jahresbericht I.

34. C. O. Weber, Ueber den Glaskörper. Virchow's *Archiv.* 1859. Bd. XVI.

35. Derselbe, Ueber den Bau des Glaskörpers. Virchow's *Archiv.* Bd. XIX.

36. v. Wittich, Verknöcherung des Glaskörpers. Virchow's *Archiv.* V. S. 580.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XVII.)

Die Abbildungen sind mit Benutzung des Abbé'schen Zeichenapparates nach Seibert Obj. 4. Ocul. 0. bei eingeschobenem Tubus (mittleres Stativ) entworfen. Die Unterlage, auf der das Zeichenpapier befestigt war, hatte eine Höhe von 4 cm. Die Zeichnungen sind dann nach Obj. 5, Ocul. 1 weiter ausgeführt und an den uns hier besonders interessirenden Stellen zwischen Linse und Augenblase und in dem Raum zwischen Linse, Umschlagsrand der Augenblase und Epidermis, genau Zelle für Zelle eingetragen.

Fig. 1—8 von einem Mauseembryo von 6 mm Steiss-Nackenlänge. Figg. 1 und 2 zeigen noch keine Zellen zwischen innerem Blatt der Augenblase *(i)* und Linse *(L)*. Figg. 3—8 sind aufeinanderfolgende Schnitte. In Fig. 3 haben wir die ersten Zellen (Gefässsprossen = *Gsp.*) zwischen Linse *(L)* und innerem Blatt der Augenblase *(i)*. In Fig. 4 schon ein Blutkörperchen neben demselben, in Fig. 5 und folgenden ein deutliches Gefäss *(Gk.)*

Fig. 9. Aus einem Sagittalschnitt durch einen Mauseembryo von 6 mm Steiss-Nackenlänge zeigt den foetalen Augenblasenspalt *(f. A. Sp.)* nahe dem Verschluss. In ihm nur ein dünner Strang von Zellen, welche Gefässendothelien entsprechen.

E. = Epidermisanlage.
M. = Mesodermgewebe.
L. = Linse.
P. = Pigment.
Gk. = Gefässkolben im Glaskörperraum.
Gsp. = Gefässsprossen.
f. A. Sp. = foetaler Augenblasenspalt.
g = Gefäss über dem foetalen Augenblasenspalt.
$g_{,}$ = Gefässe, welche das äussere Blatt der secundären Augenblase umspinnen.
$g_{,,}$ = Grösseres Gefäss, das in Verbindung mit den mit $g_{,}$ bezeichneten Gefässen steht.
i = inneres } Blatt der secundären Augenblase.
e = äusseres } Blatt der secundären Augenblase.

Anomalien der Pfortader und der Nabelvene in Verbindung mit Defect oder Linkslage der Gallenblase.

Anomalien der Vena coronaria ventriculi.

Von

Dr. Ferdinand Hochstetter,
Prosector am I. anatomischen Institut in Wien.

Fälle von Defect der Gallenblase [1] sind zwar längst bekannt und bieten an und für sich nichts gerade wunderbares, fehlt ja doch einer ganzen Reihe von Wirbelthieren, insbesondere aber vielen Säugern die Gallenblase constant, aber Gefässanomalien scheinen bei solchen Defecten noch nicht beobachtet worden zu sein und sind ja auch wahrscheinlich nur zufällige Nebenbefunde, wofür ein Fall von Defect der Gallenblase bei einem Neugeborenen spricht, den ich beobachtete und bei welchem sich die Gefässe vollständig typisch verhielten, während in einem zweiten im nachfolgenden mitzutheilenden Falle sich äusserst interessante Gefässverhältnisse ergaben.

Von Verlagerungen der Gallenblase nach links finde ich nur bei Huschke einen Fall erwähnt. — Dieser Autor giebt an bei einem achtzehn Monate alten Kinde, dessen Leber auffallend blass und klein war, die Gallenblase nicht in ihrer Grube, sondern in der linken vorderen Längengrube gefunden zu haben, wo sie das Ligamentum teres bedeckte ohne ausser ihrer Krümmung etwas Abnormes zu bieten. — Ueber die Verhältnisse der Pfortader und der Umbilicalvene giebt er jedoch nichts an. — Auch Luschka erwähnt neben Defect und abnormer Kleinheit die Verlagerung der Gallenblase in die linke vordere Sagittalfurche der Leber, ohne aber irgend einen bestimmten Fall zu besprechen.

---

[1] Eine Zusammenstellung derartiger Fälle aus der alten Litteratur findet sich bei Huschke.

Ich theile nun im Nachfolgenden eine Reihe von meines Wissens noch nicht beschriebenen Anomalien der Pfortader und Umbilicalvene mit, welche mit Rücksicht auf ihre muthmaassliche Genese[1] einerseits, andererseits aber auch im Hinblick auf die noch durchaus nicht genau festgestellten Verhältnisse des normalen Blutkreislaufes in der Leber des Foetus ein allgemeines Interesse haben dürften. — Ausserdem glaube ich aber auch, dass die mitzutheilenden Anomalien durchaus nicht so selten sind und dass sie nur allzuhäufig übersehen werden dürften.

Die beobachteten Fälle lassen sich mit Rücksicht auf die Gefässverhältnisse in folgende drei Gruppen zusammenstellen:

I. Mangel des Ramus communicans zwischen Pfortader und Nabelvene daher vollständige Trennung der beiden Gefässbezirke
bei Mangel der Gallenblase (ein Fall)

II. Einmündung der Nabelvene in den rechten Pfortaderast
bei Linkslage der Gallenblase (zwei Fälle)

III. Unbedeutendere Gefässabweichungen
bei Linkslage der Gallenblase (drei Fälle).

I.

I. Fall (betrifft die Leber eines acht Tage post partum verstorbenen Kindes).
(Fig. 1.)

An der oberen Fläche der Leber zeigt sich ein unverhältnissmässiges Ueberwiegen des rechten Leberlappens über den linken, an ihrer vorderen Kante findet sich ein Einschnitt für die Umbilicalvene. An der unteren Fläche der Leber überrascht zunächst das Fehlen der Gallenblase und des Lobulus quadratus und ausserdem markirt sich auch hier deutlich die Kleinheit des linken Lappens. — Die vordere linke Sagittalfurche ist durch eine Lebersubstanzbrücke in einen Canal umgewandelt, in welchem die Umbilicalvene verläuft. — Bei der Praeparation des Ligamentum hepato duodenale zeigte sich ein eigenthümliches Lageverhältniss der darin enthaltenen Gebilde; die Arteria hepatica, welche aus der Arteria mesenterica superior entspringt, und der Ductus choledochus hatten ihren Platz vertauscht, so dass der Ductus choledochus links und die Arteria hepatica rechts vor der Vena portae gelegen waren. — Welches Verhältniss sich aus dem abnormen Ursprunge der Leberarterie einerseits und einer etwas höher oben im Duo-

[1] Bei der Erklärung der Genese dieser Varietäten habe ich mich hauptsächlich an die von His in seiner *Geschichte der Organe* gegebene Darstellung gehalten.

denum stattfindenden Einmündung des Ductus choledochus andererseits erklärt. — Die Pfortader ist von einer der Entwickelung des Kindes entsprechenden Stärke und senkt sich, ohne vorher irgend welche Aeste abgegeben zu haben, in den rechten Leberlappen ein um sich darin zu vertheilen. — Die Nabelvene tritt, nachdem sie innerhalb des der linken Sagittalfurche entsprechenden Canals, durch welchen sie ihren Weg nimmt, kurz vor Eintritt in die Transversalfurche, einige kleinere Aeste abgegeben hat,

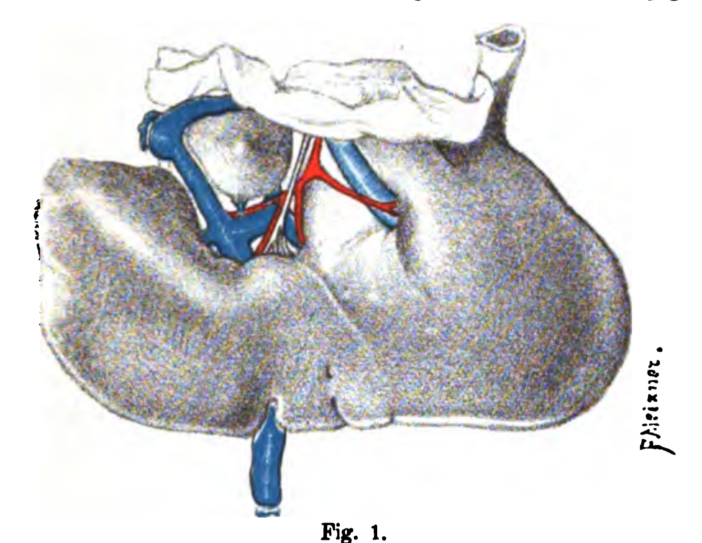


Fig. 1.

in die Leberpforte ein, hier macht sie eine Biegung im rechten Winkel nach rechts hin und entlässt an der Umbiegungsstelle einen ziemlich starken Ast für den linken Leberlappen und den noch weit offenen Ductus venosus Arantii, weiterhin einen Ast für den Lobulus Spigelii und theilt sich endlich dort, wo sie vom linken Aste der Arterie und dem Ductus hepaticus überkreuzt wird, in zwei Endäste, welche in entgegengesetzter Richtung, der eine nach vorne, der andere nach hinten in die Lebersubstanz eintreten. Zwischen Pfortader und Nabelvene finden sich, wie das die Injection (mit Teichmann'scher Masse) zeigte, keine Anastomosen. Auf Frontalschnitten zeigte es sich, dass das Verbreitungsgebiet der Vena umbilicalis den ganzen linken Leberlappen und noch ein ziemlich bedeutendes Stück des rechten Lappens umfasste, während der übrige Theil des rechten Lappens nur von der Pfortader versorgt wurde, was sich ganz deutlich unterscheiden liess, da die beiden Gefässbezirke mit verschieden gefärbten Massen gefüllt worden waren. — Genau ebenso verhält sich das Verbreitungsgebiet der beiden Venenbezirke bei der normalen Leber eines neugeborenen Kindes, dessen Leber nach Unterbindung des Communicationsastes zwischen Umbilicalvene

und Pfortader, mit verschieden gefärbten Massen von beiden Gefässen aus injicirt worden war, wenn man der Analogie wegen den Lobulus quadratus mit zum rechten Leberlappen hinzurechnet. — Der Ductus hepaticus zeigt im übrigen keine Abweichung und zeigt auch keinerlei Ausweitung oder Ausbuchtung seiner Wand. — Die Venae hepaticae bieten nur insofern eine kleine Abweichung als aus dem rechten Leberlappen schon tiefer unten als gewöhnlich einige Aeste in die Vena cava inferior eintreten.

Diese Anomalie bietet ein doppeltes Interesse, einerseits ihrer Genese wegen, andererseits weil sie geeignet scheint auf die Bedeutung des späteren linken Pfortaderastes für die foetale Lebercirculation ein gewisses Licht zu werfen.

Folgt man der Darstellung, welche His über die Entwickelung der Leberblutgefässe gegeben hat, so kann man sich ganz gut vorstellen, dass die Trennung der beiden Gefässbezirke, der Vena omphalo-mesaraica und der Vena umbilicalis in der Weise stattgefunden habe, dass vom Sinus annularis nicht nur der vor dem Darm die beiden Gefässe verbindende Abschnitt, sondern auch der hinter dem Darm zwischen Vena ascendens Arantii und Vena omphalo-mesaraica gelegene Theil obliterirt sei. — Ob die Obliteration in den beiden Gefässabschnitten zugleich erfolgte oder in dem einen früher, in dem anderen später, lässt sich natürlich nicht angeben, wäre jedoch die Obliteration erst sehr spät erfolgt, dann wären gewiss noch Spuren davon nachzuweisen gewesen.

Was den Effect des Ausfalles dieser Verbindung zwischen Nabelvene und Pfortader auf die Entwickelung der Leber betrifft, so ist von einem solchen durchaus nichts wahrzunehmen, denn die Leber zeigt der Grösse des Kindes entsprechende Grössenverhältnisse und für die relative Kleinheit des linken Leberlappens lässt sich in dem Mangel des communicirenden Astes kein Grund finden.

Es frägt sich nun, wie gestaltet sich unter normalen Verhältnissen die Blutvertheilung in der foetalen Leber, liegt die Bedeutung des Communicationsastes zwischen Umbilicalvene und Pfortader mit in der Rolle, welche er beim Foetus spielt oder einzig in seiner späteren Function als linker Ast der Pfortader.

Der einzige Autor, welcher die Verhältnisse der Pfortader und der Nabelvene mit Bezug auf ihre Verbindung einer eingehenden Besprechung unterzieht, ist Sappey. — Er giebt an, dass dieser Communicationscanal,[1] wie er die Verbindung zwischen den beiden Gefässen nennt, in der ersten Zeit des Intrauterinlebens im Verhältniss zur Weite des Ductus venosus

---

[1] Auch Luschka spricht von einem Communicationscanal der Pfortader mit der Nabelvene.

Arantii sehr schwach sei, vom vierten Monate an aber sich immer mehr zu erweitern beginne, bis er bei der Geburt ungefähr die Weite des rechten Pfortaderastes erreicht habe. Daraus schliesst er, dass:

1. In der ersten Zeit des Intrauterinlebens das arterielle Nabelvenenblut sich zum grössten Theile im Lobulus sin. et quadratus vertheile, dass ein ganz kleiner Theil in den rechten Leberlappen eintrete, wo er sich mit Pfortaderblut mische und dass der Ueberschuss durch den Ductus venosus Arantii in die Hohlvene gelange.

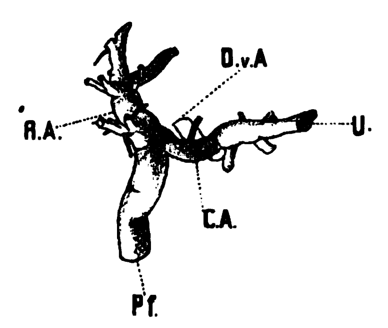
2. Dass in der zweiten Hälfte des foetalen Lebens ein Theil des Pfortaderblutes in den Communicationsast gelange und auf diese Weise in den linken Leberlappen, den Lobulus Spigelii, quadratus und Ductus venosus Arantii, dass der Communicationsast sich in dieser Zeit zum linken Pfortaderast ausbilde.

3. Dass der Lobulus sinister, quadratus et Spigelii in der ersten Hälfte des Intrauterinlebens nur von arteriellem Blut durchflossen werden und daher günstigere Entwickelungsbedingungen haben als der rechte Lappen, was aus ihrer raschen Entwickelung ersichtlich sei, da im dritten Monate linker und rechter Lappen gleich seien, während bei der Geburt der linke Lappen bereits um vieles kleiner sei als der rechte.

So richtig die Angaben über Verhältnisse dieses Communicationscanales sind, so möchte ich doch die daraus gezogenen Schlüsse einigermaassen bezweifeln. Zunächst glaube ich nicht, dass zu irgend einer Zeit des embryonalen Lebens fortlaufend Blut aus der Nabelvene nach rechts hin gelangen könne und zwar aus folgenden Gründen. Der spätere rechte Ast der Pfortader stellt erstens in Bezug auf seinen Verlauf während der ganzen Zeit, nachdem der Sinus annularis verschwunden, bis zur Geburt und auch noch späterhin die directe Fortsetzung des Pfortaderstammes dar, zweitens ist das Caliber des späteren rechten Astes wahrscheinlich niemals während des Intrauterinlebens grösser als das des Pfortaderstammes selbst, sondern ist von gleicher Weite.

Dass dies wirklich der Fall ist, davon kann man sich an gelungenen Injections- und Corrosionspraeparaten überzeugen. Die Praeparate müssen jedoch mit einer gewissen Vorsicht angefertigt werden, besonders wenn man sich warmer Injectionsmassen bedient, weil man sonst leicht Objecte erhält, welche einem die Richtigkeit der Henle'schen Anschauung (auf welche ich später zurückkommen werde) zu belegen scheinen. — Es erscheint besonders dann, wenn von der Umbilicalvene mit einer rasch erstarrenden Masse injicirt wurde, häufig die Pfortader viel schwächer als ihr rechter Ast, weil die Injectionsmasse in ein Gefäss, welches in der Stromrichtung gelegen ist leichter einströmt und es ausdehnt, als in eines, welches mit

der Richtung des Injectionsstromes einen Winkel von 80 bis 90° bildet und welches wie die Pfortader wegen seiner grossen Menge von Aesten von der einströmenden Masse erst spät wird vollständig ausgedehnt werden können, oder in welchem, bevor dies überhaupt möglich, besonders wenn nicht genügend vorgewärmt war, die Masse erstarrt, so dass sich dann das oben geschilderte Verhalten herausstellt. — Injicirt man jedoch mit warmer Masse von der Pfortader aus allein oder von der Pfortader und Umbilicalvene zugleich, oder mit einer sehr langsam erstarrenden Masse überhaupt, so wird einem nicht leicht ein unvollkommenes Praeparat unrichtiges vortäuschen können.



Die Umbilicalvene und ihre Verbindung mit der Pfortader beim Neugeborenen. (Nach einem Corrosionspraeparat.)

U = Umbilicalvene.
Pf. = Pfordader.
D. v. A. = Duct. ven. Arantii.
C. A. = Communicationsast.
R. A. = Rechter Ast derPfortader.

Es genügt demnach der rechte Pfortaderast allein zur Aufnahme und Weiterleitung des zugeführten Pfortaderblutes, und da er nicht weiter ist als der Pfortaderstamm selbst, ist auch keine Möglichkeit vorhanden, dass bei gleichem Drucke in der Umbilicalvene und der Pfortader Blut aus der ersteren in die letztere übergehen könnte und umgekehrt. — Es müsste daher eine dauernde Verschiedenheit des Blutdruckes in den beiden Gefässen angenommen werden, wenn man an ein anhaltendes Ueberströmen von Blut aus dem einen in das andere glauben sollte und das ist deshalb unwahrscheinlich, weil ja eben die Verbindung zwischen den beiden Gefässen durch eine relativ weite Communication einen raschen Ausgleich etwaiger Druckverschiedenheiten ermöglicht. In dieser Function nämlich in dem raschen Ausgleiche vorkommender Druckschwankungen mag auch die geringe Bedeutung dieser Communication für den foetalen Leberkreislauf liegen. — Gering ist die Bedeutung jedenfalls, wenn diese Verbindung vollständig fehlen kann, ohne dass irgend eine daraus zu erklärende Störung in der Entwickelung der Leber vorhanden ist. Es wird sich daher auch die Verschiedenheit der Grösse der beiden Leberlappen und besonders das Zurückbleiben des linken hinter dem rechten in den letzten Foetalmonaten aus der verschiedenen Qualität des durchfliessenden Blutes nicht erklären lassen.[1] — Es dürfte vielmehr dafür, dass der rechte Leberlappen den linken vom dritten Monate an zu überflügeln beginnt, darin der Grund liegen, dass von diesem Zeitpunkte an der Darm und mit ihm die

[1] Sappey ist meines Wissens übrigens der einzige Autor, welcher eine Erklärung dafür zu geben versuchte.

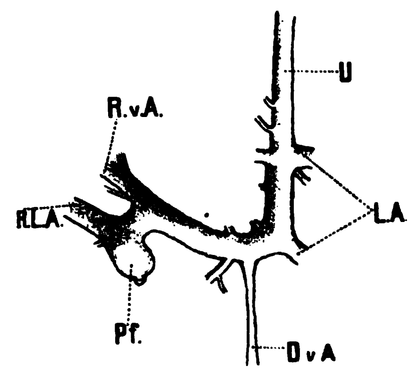
Pfortader bedeutend an Grösse zunimmt, so dass dem rechten Lappen allmählich viel mehr Blut zugeführt wird, während zugleich die Entfaltung des linken Leberlappens durch die stärkere Entwickelung des Magens und der Milz immer mehr erschwert wird. — Dieser letztere Factor wirkt natürlich nach der Geburt, wenn der Magen durch Flüssigkeit und Gasaufnahme stärker ausgedehnt wird, in einem noch viel höheren Grade, scheint ja der Druck des Magens auf die Leber so mächtig zu wirken, dass sie nach der Geburt sogar *in toto* etwas nach rechts hin verschoben wird, was man an der fast genau medianen Lage der Umbilicalvene einige Zeit vor der Geburt und der bereits einige Zeit nach der Geburt auffälligen Abweichung des Ligamentum teres nach rechts hin ziemlich deutlich wahrnehmen kann. Dadurch wird natürlich der linke Leberlappen unter noch ungünstigere Verhältnisse gebracht, als er es ohnehin schon in Folge der schlechteren Blutversorgung ist.

Die Leber des Foetus besitzt demnach zwei zuführende Venen, die Umbilicalvene und die Pfortader, welche durch eine quere auf den verschiedenen Entwickelungsstufen verschieden weite Anastomose mit einander verbunden sind. Nach diesen Betrachtungen ist daher auch die Henle'sche Ansicht, dass sich die Nabelvene in einen rechten und linken Ast theile und dass in den rechten Ast die Pfortader eintrete,[1] nicht haltbar, ebensowenig wie die gangbare Ansicht vieler anderer Autoren, dass der linke Pfortaderast, den man aber beim Foetus als solchen nicht bezeichnen kann, die Umbilicalvene aufnehme.

Es giebt allerdings Fälle, wo wirklich ein rechter Umbilicalvenenast existirt (Fall IV), dieser Ast entspringt aber dann aus der Umbilicalvene dort, wo sie in die Transversalfurche der Leber eintritt, ohne dass der Communicationsast wesentlich beeinträchtigt wäre und verläuft parallel mit ihm zum rechten Leberlappen. — Dann kommt aber auch, und zwar ziemlich häufig, ein anomales Verhalten vor, welches beim ersten Anblick an das Vorhandensein eines rechten Astes der Umbilicalvene denken lässt. — Die Gefässe verhalten sich dann wie es umstehendes Schema zeigt so, dass die directe Fortsetzung der Pfortader ein relativ schwacher Ast ist und dass ein zweiter ungefähr ebenso starker Ast als directe Fortsetzung des Communicationsastes abgeht, welcher seinerseits wieder durch ein kurzes Zwischenstück mit der Pfortader zusammenhängt. — Untersucht man aber die Verhältnisse genauer, so findet man, dass der von der Pfortader abgehende Ast eigentlich nur dem nach rückwärts ziehenden Ast, und der der Fortsetzung des Communicationsastes entsprechende nur dem aufsteigenden

[1] Ganz abgesehen davon, dass die Zeichnung, welche dieses Verhalten illustriren soll, kaum annähernd richtig genannt werden kann.

Aste des normalen rechten Pfortaderastes entspricht, so dass die Theilungsstelle in diese beiden Aeste eben nur bis an den Stamm der Pfortader heran verschoben erscheint, was besonders dann deutlich hervortritt, wenn man diese Anomalie in einem geringeren Grade der Ausbildung vor sich hat, wo dann anstatt eines rechten Astes an der Einmündungsstelle des Communicationsastes zwei gleich starke Aeste für den rechten Leberlappen aus dem Pfortaderstamme hervorgehen.



Pf. = Pfortader.
U = Umbilicalvene.
D.v.A. = Ductus venos. Arantii.
R.h.A. = Rechter hinterer Ast.
R.a.A. = Rechter aufsteigender Ast.
L.A. = Aeste für den linken Leberlappen.

Anschliessend an diese Beobachtung möchte ich hier auch eine Abbildung aus dem III. Hefte der Anatomie menschlicher Embryonen Fig. 138 (Venenstämme des Embryo Rg.) von His erwähnen, welche, wenn sie überhaupt richtig ist, ausser dem Vorhandensein eines rechten Umbilicalisastes in dem Sinne des zu beschreibenden Falles IV auch noch den Mangel eines rechten Astes als Fortsetzung der Pfortader aufweist, eine Anomalie welche jedenfalls noch nie beobachtet wurde.[1]

II. Linkslage der Gallenblase mit Transposition der Umbilicalvene nach rechts.

II. Fall. Die Leber eines Erwachsenen betreffend.

(Fig. 2.)

Die convexe obere Fläche der Leber zeigt nichts auffallendes, die Ansatzlinie des Ligamentum triangulare liegt wie gewöhnlich so, dass der dadurch abgegrenzte linke Abschnitt der Leberoberfläche um vieles kleiner erscheint als der rechte. — Am Leberrande angelangt biegt die Ansatzlinie scharf nach rechts hin ab, um das rechtsliegende Ligamentum teres zu erreichen. — An der unteren Fläche der Leber fällt sofort die Linkslage der Gallenblase und das Fehlen des Lobulus quadratus auf und ausserdem ist ein Grössenunterschied zwischen rechtem und linken Lappen kaum wahrzunehmen. — Die Gallenblase liegt zum grössten Theile links vom Liga-

[1] Eine im Jahre 1883 erschienene Dissertation über die Bedeutung des Ductus venosus Arantii von Beutlich bietet ausser der Bestätigung der Angaben Sappeys über den Communicationsastes, welche der Autor nicht gekannt zu haben scheint, nichts für unsere Betrachtungen wesentliches.

mentum teres schief an den linken Leberlappen fixirt, so dass zwischen ihr und dem Ligamentum teres ein schmales Dreieck von Lebersubstanz sichtbar ist, während ihr Hals über der Einmündung der vorderen Sagittalfurche,

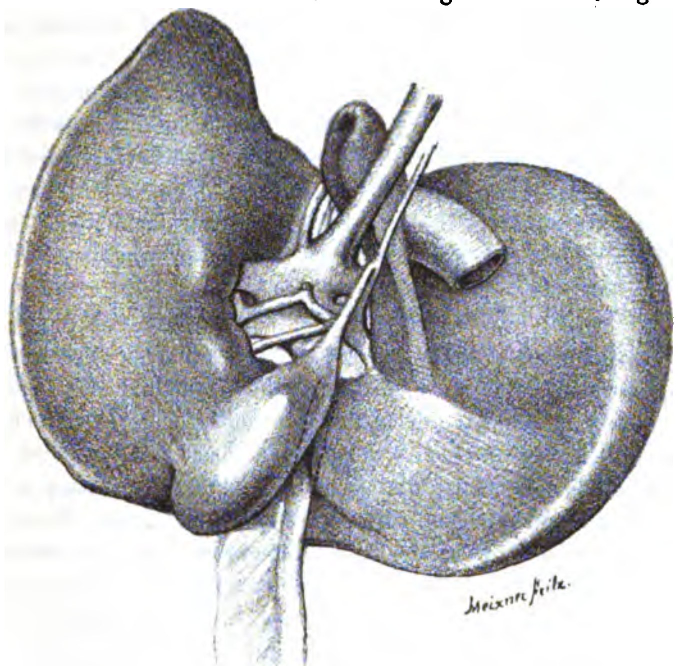
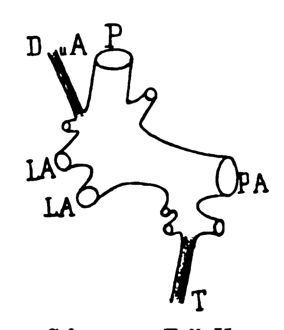


Fig. 2.

welche hier natürlich viel weiter rechts liegt als die hintere Sagittalfurche, das Ligamentum teres überkreuzt. — Ductus cysticus und hepaticus liegen übereinander und der Ductus cysticus mündet von unten her in den Ductus hepaticus. — Der Ductus choledochus öffnet sich an normaler Stelle in das Duodenum. — Sehr merkwürdig verhält sich die Pfortader in Bezug auf ihre Ramification und in ihrer Beziehung zur obliterirten Nabelvene und dem obliterirten Ductus venosus Arantii; sie erweitert sich nämlich in der Leberpforte fast auf das Doppelte ihres Durchmessers und aus dieser sinusartigen Erweiterung geht zunächst als ihre directe Fortsetzung ein starker Ast hervor, welcher dem normalen rechten Ast entspricht, dann sechs kleinere Aeste, von denen die zwei kleinsten in den Lobulus Spigelii die übrigen vier grösseren in den linken Leberlappen eintreten. — In die hintere Wand dieser Erweiterung inserirt der obliterirte Ductus venosus



Schema zu Fall II.

Arantii. — Der rechte Pfortaderast ist mindestens doppelt so lang als gewöhnlich und theilt sich schliesslich in zwei Aeste, deren einer als seine Fortsetzung geradeswegs in den rechten Lappen eintritt, während der andere (nichtobliterirtes Stück der Nabelvene) nach vorne zu umbiegt um nach Abgabe mehrerer kleiner Aeste für seine Umgebung mit dem Ligamentum teres, welches eine Strecke weit durch einen Leberparenchymcanal verläuft, sich zu verbinden, dabei geht er durch die Gabel hindurch, welche durch das Zusammentreten der beiden Aeste des Ductus hepaticus gebildet wird. Arterien und Lebervene verhalten sich wie gewöhnlich. An den Baucheingeweiden war sowohl in Bezug auf Form als auf Lage weder in diesem noch in den übrigen Fällen etwas abweichendes warzunehmen.

III. Fall. Die Leber eines Neugeborenen betreffend.

Die convexe obere Fläche der Leber zeigt ähnliche Verhältnisse, wie im vorhergehenden Falle, auch hier liegt die Ansatzlinie des Ligamentum triquetrum links und biegt nahe dem Leberrande scharf nach rechts gegen die Umbilicalvene hin ab. — An der unteren Fläche fehlt wie im früheren Falle der Lobulus quadratus, die Gallenblase liegt links knapp neben der in einem Leberparenchymcanal verlaufenden Umbilicalvene. Was in diesem Falle am meisten auffällt, ist der Grössenunterschied zwischen rechtem und linken Leberlappen, welch letzterer den ersteren bei weitem an Grösse übertrifft. Die Gallenblase überkreuzt hier nicht mit ihrem Halse die Nabelvene, sondern liegt parallel neben ihr. Die Vena portae erweitert sich in der Leberpforte an ihrer Theilungsstelle in einen rechten und linken Ast hier ebenfalls, aber bei weitem nicht so auffallend wie in dem früheren Falle. Der linke Ast, welcher aus dieser Erweiterung hervorgeht, gelangt ohne Abgabe bedeutenderer Aeste, abgesehen vom Ductus venosus Arantii, an den linken Leberlappen, der rechte Ast, welcher etwas stärker ist, nimmt nahe an seiner Abgangsstelle die Umbilicalvene auf, die vorher nur einige kleinere Aeste an ihre Umgebung abgegeben hat, giebt dann zwei Aeste für den Lobulus Spigelii und einen Ast für die unteren seitlichen Partien des rechten Leberlappens ab, worauf er selbst in letzterem verschwindet. Die Gallenwege verhalten sich normal, die Gabelung des Ductus hepaticus liegt hier links von der Einmündungsstelle der Umbilicalvene in den rechten Pfortaderast, so dass der Hauptgallengang aus dem rechten Leberlappen über der Umbilicalvene verläuft. Die Arterien zeigen insofern eine Abweichung, als der Ast für den linken Leberlappen aus der Arteria coeliaca stammt, während der Ast für den rechten Lappen aus der Arteria mesenterica superior entspringt. Die Lebervenen bieten nichts abweichendes.

Fall II und III haben demnach die Eigenthümlichkeit der Lage der Gallenblase und die Einmündung der Umbilicalvene in den rechten Pfort-

aderast gemeinschaftlich, andererseits aber sind sie wieder etwas verschieden dadurch, dass bei II der Stamm der Pfortader neben der hinteren Sagittalfurche also weiter links als gewöhnlich in die Leberpforte eintritt, und keinen einfachen linken Ast besitzt, wie er bei III vorhanden ist, und durch die Lage des rechten Astes des Ductus hepaticus zur Umbilicalvene, da derselbe bei II unter, bei III hingegen über der Umbilicalvene verläuft. Das verschiedene Verhältniss der Grösse des linken Leberlappens zum rechten bei II und III lässt sich leicht aus der Altersverschiedenheit erklären

Diese Anomalie dürfte sich in der Weise entwickelt haben, dass von den beiden ursprünglich vorhandenen Umbilicalvenen die rechte, nicht wie gewöhnlich die linke sich stärker entwickelte und die Verbindung mit dem Sinus annularis einging, während die linke wie sonst gewöhnlich die rechte vollständig verschwand; daraus würde sich dann die Lageabweichung der Gallenblase auf die einfachste Weise so erklären, dass die Gallenblase eigentlich an normaler Stelle liegt und die Umbilicalvene eben nur ihre Lage zur Gallenblase geändert hat.

Diese beiden Fälle sind aber noch in anderer Beziehung von Interesse; sie zeigen nämlich ganz deutlich, dass die Qualität des Blutes auf die Entwickelung der Leber keinen Einfluss ausübt, denn hier dürfte wohl der grösste Theil der Leber entsprechend den eigenthümlichen Gefässverhältnissen nur von arteriell und venös gemischtem, der linke Leberlappen aber und der Ductus venosus Arantii wahrscheinlich nur von venösem Blut durchflossen worden sein, ohne dass die Grösse des linken Leberlappens geringer wäre als unter normalen Verhältnissen.

III. Unbedeutendere Gefässabweichungen in Verbindung mit Linkslage der Gallenblase.

IV. Fall[1] (die Leber eines Erwachsenen betreffend).

(Fig. 3.)

Die obere Fläche der Leber verhält sich ähnlich wie in den zwei früheren Fällen. Die Lage der Gallenblase bietet hier insofern etwas besonderes als sie an den linken Rand der vorderen Sagittalfurche so befestigt ist, dass ihr dadurch ein gewisser Grad von Beweglichkeit gestattet wird, dabei verdeckt sie das Ligamentum teres und liegt also nicht so weit links wie in den früher beschriebenen Fällen. Die Pfortader theilt sich wie gewöhnlich in der Leberpforte in ihre beiden Aeste. Während aber der rechte Ast sich ganz normal verhält, ist der linke Ast schwächer als gewöhnlich und erweitert sich am linken Ende der Transversalfurche angelangt um

[1] Fall IV sowie VI wurden von Hrn. Dr. Arnold Paltauf gelegentlich einer sanitätspolizeilichen Obduction gefunden und mir in der liebenswürdigsten Weise zur Untersuchung und Beschreibung überlassen.

ein bedeutendes. Aus dieser Erweiterung gehen dann knapp neben der Insertionsstelle des obliterirten Ductus venosus Arantii nach rechts zwei

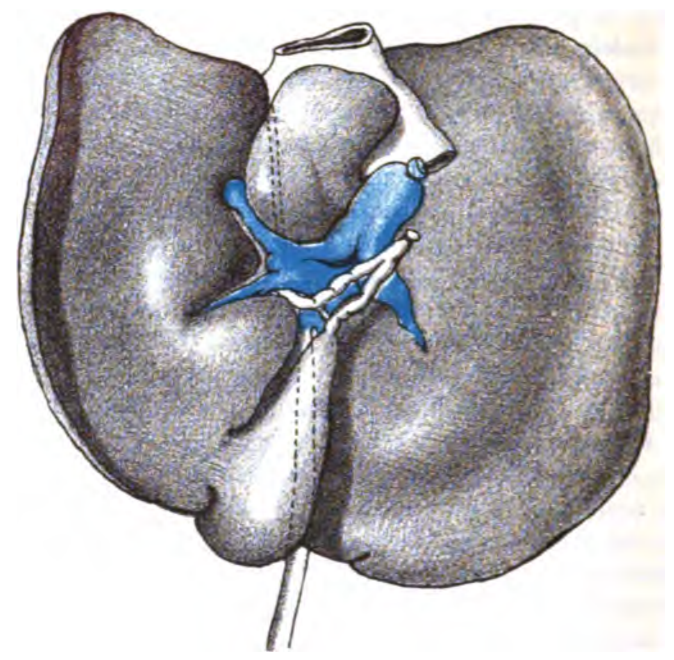
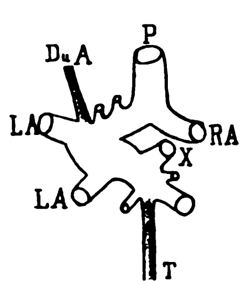


Fig. 3.

kleine Aeste für den Lobulus Spigelii und nach links ein grösserer Ast für den linken Leberlappen ab, worauf der erweiterte linke Pfortaderast sich in einem Bogen nach vorne und rechts hin wendet, um sich mit dem weiter rechts als gewöhnlich liegenden Ligamentum teres zu verbinden. Dabei giebt er zunächst einen starken Ast für den linken Leberlappen ab, während seine Fortsetzung nach Abgabe eines kleinen Astes für die der vorderen Sagittalfurche benachbarten Partien des rechten Leberlappens knapp neben dem eigentlichen rechten Pfortaderast in den rechten Lappen eingeht. Das Ligamentum teres verläuft hier durch die Gabel der beiden Aeste des Ductus hepathicus zum linken Pfortaderast. Leberarterien sowie Lebervenen bieten keinerlei Abweichung von der Norm.



Schema zu Fall IV.

V. Fall. Die Leber eines Erwachsenen betreffend.

Diese Leber ähnelt in ihrer Form sehr der unter IV beschriebenen, insofern als hier und dort linker und rechter Lappen gleich gross sind,

während der Lobulus quadratus vollständig fehlt, nur ist hier der Lobulus Spigelii etwas kleiner als dort. Auch die Gallenblase ist ebenso an den Rand der vorderen Sagittalfurche fixirt und ziemlich frei beweglich nur ist hier die Sagittalfurche vor ihrer Einmündung in die Transversalfurche ein kurzes Stück weit von Leberparenchym überbrückt. — Die Vena portae theilt sich wie gewöhnlich in einen weiteren rechten Ast und einen etwas engeren linken, welch letzterer an seiner Umbeugungsstelle sinusartig erweitert ist. In diese Erweiterung mündet einerseits von unten her die Vena coronaria ventriculi sinistra, andererseits inserirt hinten an ihr der obliterirte Ductus venosus Arantii und treten von ihr aus zwei grosse und ein kleiner Ast für den linken Leberlappen, nach hinten ein kleiner Ast für den Lobulus Spigelii, nach vorne zu die Fortsetzung des linken Astes (wegsam gebliebener Theil der Nabelvene) und nach rechts hin mehrere kleinere Aeste für den rechten Lappen, so zwar, dass diese erweiterte Stelle wie ein Stern aussieht, in den von unten her etwas excentrisch die Magenvene eintritt. Das Ligamentum teres bildet in seiner Richtung die directe Fortsetzung des unter einem rechten Winkel abgebogenen Endstückes des linken Pfortaderastes. — Leberarterien, Lebervenen und Hauptgallengänge der beiden Lappen verhalten sich ganz wie gewöhnlich.

VI. Fall (die Leber eines achtzehn Monate alten Kindes betreffend).

(Fig. 4).

Die convexe obere Fläche der Leber zeigt nichts abweichendes. An der unteren Fläche fällt sofort wieder die Lage der Gallenblase und der Mangel eines viereckigen Lappens auf. Die Gallenblase liegt zum grössten Theile in eine seichte Grube eingebettet links neben dem in einem Leberparenchymcanal verlaufenden Ligamentum teres und überkreuzt mit ihrem Halse unter der Transversalfurche den nichtobliterirten Theil der Nabelvene. Der linke Leberlappen erscheint etwas kleiner als der rechte, ist aber immerhin verhältnissmässig noch sehr gross. Die Pfortader theilt sich wie gewöhnlich in der Transversalfurche angelangt in einen stärkeren rechten und einen etwas schwächeren linken Ast. Während sich der rechte Ast ganz wie gewöhnlich verhält, ist der linke Ast relativ kurz, verhält sich aber in Bezug auf seine Ramification und seine Verbindung mit dem Ligamentum teres vollständig normal. Da der Ductus cysticus von rechts nach links hinüberzieht, so liegt er unterhalb und nicht wie gewöhnlich neben dem Ductus hepaticus, dessen Gabelung hier wieder von dem Ligamentum teres passirt wird. Leberarterien und Lebervenen zeigen nichts abnormes.

Schema zu Fall VI.

Die im vorgehenden beschriebenen drei Fälle zeigen in Bezug auf die Form der Leber und die Lage der Gallenblase ziemlich analoge Verhältnisse, besonders aber ist die Aehnlichkeit in dieser Beziehung bei Fall IV und V auffallend, während der Fall VI nur deshalb den zwei anderen weniger ähnelt, weil durch das Ueberbrücktsein der Sagittalfurche die Gallenblase anders zu liegen scheint. Wenn aber bei V die Gefässverhältnisse abgesehen von der Einmündung der Vena coronaria ventriculi in die Erweiterung des linken Astes fast normal zu nennen sind, sind bei VI durch

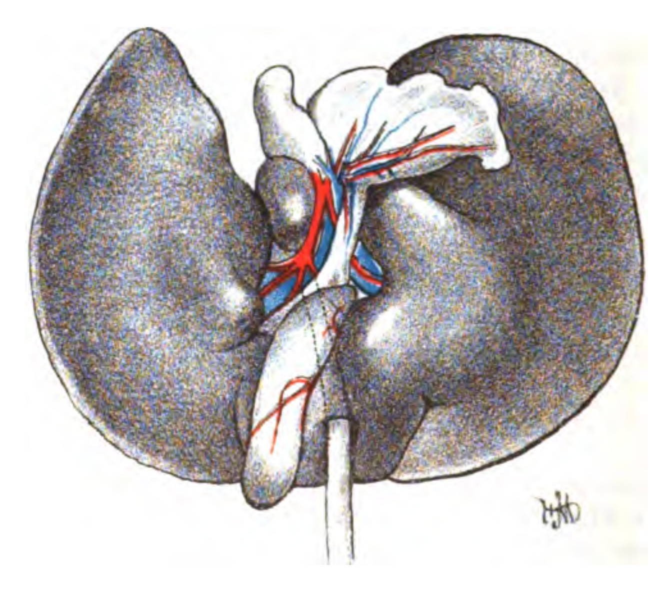


Fig 4.

die Kürze des linken Astes der Pfortader einerseits und durch das Verhalten des Ligamentum teres zur Gabelung des Ductus hepaticus andererseits eine geringere bei IV durch die oben geschilderten Gefässverhältnisse und das dem Verhalten bei VI analoge des Ligamentum teres bedeutendere Abweichungen gegeben. Aehneln aber die letzten drei Fälle auch den sub II beschriebenen äusserlich sehr, so sind sie von ihnen doch durch das Verhalten der Nabelvene wesentlich verschieden. Gewiss ist die Lage der obliterirten Umbilicalvene und ihr Verhältniss zum linken Pfortaderast bei IV und VI auch von der Norm abweichend, doch ist es gewiss hier die linke Umbilicalvene, welche sich weiter entwickelte, und man muss sich ihre veränderte Lage nur so zu Stande gekommen denken, wie folgt. His giebt an, dass die beiden Umbilicalvenen, nachdem sie ihre directe Verbindung mit dem Sinus renniens aufgegeben haben, mit mehreren Aesten an die Leber herantreten; während die rechte Umbilicalvene nun in der

Entwickelung zurückbleibt, wächst einer der Aeste der linken unter der Leber durch zu einer Verbindung mit dem Sinus annularis aus. Stellt man sich nun vor, dass ein besonders stark nach rechts hin liegender Ast zu dieser Verbindung auswächst, so kann man sich ganz gut die bei IV und VI und wenn man dasselbe auf die in II entwickelte rechte Umbilicalvene anwendet, auch die bei II vorhandene Verschiebung der Einmündungsstelle der Umbilicalvene erklären.

Erklärung der Figg. 1—5. — Fig. 1 entspricht dem Fall I, Fig. 2 dem Fall II, Fig. 3 dem Fall IV, Fig. 4 dem Fall VI. Fig. 5 stellt den im Text beschriebenen Fall von Einmündung der Vena coronaria ventriculi in den linken Leberlappen dar.

V. P. = Vena portae. — *V. C.* = Vena cava. — *V. U.* = Vena umbilicalis. — *L. t.* = Ligamentum teres. — *V. c. v.* = Vena coronaria ventriculi.

P = Vena portae. — *R A* = Rechter Ast. — *L A* = Linke Aeste. — *D. v. A.* = Ductus venosus Arantii. — *T* = Ligamentum teres. — *X* = Rechter Ast (ursprünglich von der Umbilicalvene abgehend).

Anomalien der Vena coronaria ventriculi.

Ueber die Einmündung der Vena coronaria ventriculi (V. coron. v. sinistra) findet man in den verschiedenen Lehr- und Handbüchern der

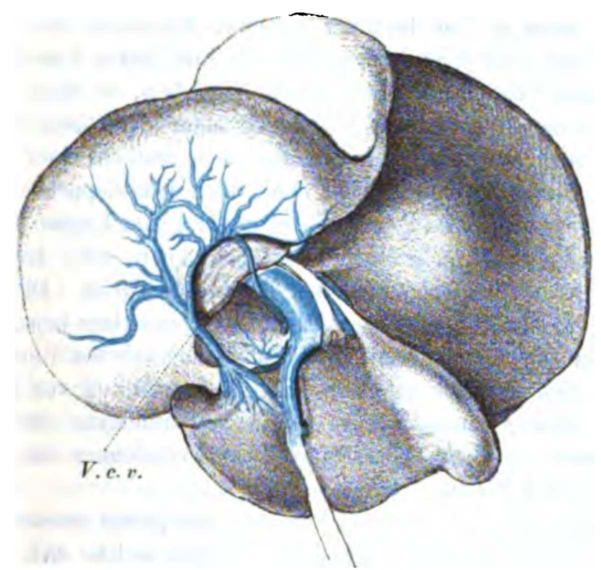


Fig. 5.

Anatomie zweierlei Angaben. Die eine lautet dahin, dass sich die Vena coronaria ventriculi über der Einmündung der Vena lienalis von links her in den Stamm der Pfortader ergiesse, die andere dahin, dass sie noch in die Vena lienalis einmünde. Wie man sich leicht überzeugen kann, kommt

beides ziemlich gleich häufig vor und wohl auch in der Weise Zwischenformen, dass sich die Vena coronaria ventriculi in den Winkel zwischen Stamm der Pfortader und Vena lienalis einsenkt, so dass es nicht bestimmt zu fixiren ist, was man als Norm anzunehmen habe. Mit der Vena coronaria ventriculi anastomosirt nahe dem Pylorus eine gewöhnlich ziemlich unbedeutende Vena (Vena pylorica Sappey), welche entweder ziemlich hoch oben in den Pfortaderstamm oder sogar in den linken Leberlappen selbst eintritt. Ich beobachtete nun einen Fall, wo die Vena coronaria ventriculi auf dem Wege der sehr weiten Vena pylorica ihr Blut in den Pfortaderstamm ergoss, während eine Verbindung mit der Vena lienalis oder dem Pfortaderstamm von hinten her fehlte und mehrere Fälle, in denen die Vena pylorica stärker, das Endstück der Vena coronaria ventriculi dagegen schwächer war als gewöhnlich, gewissermaassen Zwischenstadien zwischen der Norm und dem oben geschilderten Verhalten. Es kommt aber auch vor, dass die Vena coronaria ventriculi im Ligamentum hepato-gastricum aufsteigt und in den linken Ast der Pfortader einmündet, welches Verhältniss ich ausser in Fall V auch noch an einer zweiten, sonst ganz normalen Leber vorfand, oder wie in einem dritten Falle in eine aus dem linken Ast stammende Abzweigung für den Lobulus Spigelii eingeht. Auch normaler Weise findet man in dem hinteren dichteren Abschnitte des Ligamentum hepato gastricum ganz feine Venen einerseits zum linken Aste der Pfortader andererseits zur Vena coronaria ventriculi hinziehen, so dass dadurch gewissermaassen der Weg für die Ausbildung einer derartigen Anomalie gegeben erscheint. An diese Fälle schliesst sich endlich einer an (Fig. 5), wo die Vena coronaria ventriculi in den linken Leberlappen eintritt. Der Fall betrifft die Leber eines Erwachsenen, deren linker Lappen ausser hochgradiger Schrumpfung auch noch eine Theilung in zwei Lappen, einen grösseren vorderen und einen kleineren hinteren aufweist. Die Vena coronaria ventriculi gelangt im sehnigen Theil des Ligamentum hepato gastricum aufsteigend an den der hinteren Sagittalfurche zugekehrten Rand des linken Leberlappens und löst sich sofort in eine grössere Anzahl von Zweigen auf, welche fächerförmig angeordnet in das Leberparenchym eintreten. Von hinten her tritt an dieses Gefässbündel eine Anastomose aus dem linken Aste der Pfortader heran.

Es handelt sich also in diesem Falle um eine grosse accessorische Pfortader, gebildet durch die Vena coronaria ventriculi, welche sich ähnlich verhält, wie sonst häufig die Vena pylorica (Sappey).

Nachtrag zu den Mittheilungen über die untere Halskrümmung des Rückenmarkes.

Von

Dr. Max Flesch
in Bern.

In einem gemeinsam mit Hrn. stud. med. Hugo Ebeling veröffentlichten Aufsatze ist der Nachweis erbracht worden, dass das Rückenmark der Säuger eine typische Biegung in der Gegend des Ueberganges von der cervicalen zur dorsalen Region zeigt.[1] Ausser bei dem Menschen wurde deren Existenz bei der Fledermaus, der Katze, dem Kaninchen und dem Meerschweinchen festgestellt; es wurde betont, dass sie schon vor der Reife demonstrirt werden kann. Seit jener Zeit bot sich mir wiederholt Gelegenheit, auf die, nach einem Vorschlage des Hrn. Prof. His von uns als „untere Halskrümmung" bezeichnete Biegung zu achten. Theils an dem vollständig freigelegten und in Müller'scher Flüssigkeit aufgehängten Centralnervensystem, theils an genügend langen Stücken desselben, konnte ich mich von der Thatsache, dass das Rückenmark bei Aufhebung des Zuges der Schwerkraft jene Biegung zeigt, vergewissern bei dem Fuchs, dem Hunde und dem Bären, bei der Hausmaus, der Ratte, endlich bei einem Affen (Hapalemur). Bei einer ziemlich grossen Zahl junger Katzen, Kaninchen und Hunde aus verschiedenen Altersstufen liess sich immer wieder erkennen, dass bei dem jungen Thiere die Krümmung des freihängenden Praeparates leichter zu demonstriren ist, als bei alten Exemplaren derselben Art. In der ersten Mittheilung ist darauf hingewiesen, dass diese Beobachtung möglicher Weise auf eine Ungleichheit im Verhältnisse des specifischen Gewichts des Gehirnes von dem des Rückenmarkes bei jungen und alten Thieren hindeute;[2]

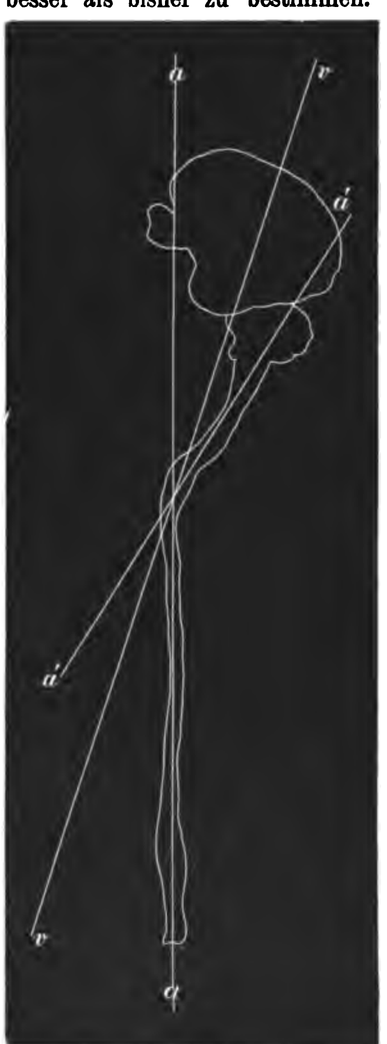
---

[1] *Dies Archiv.* 1885. S. 102.

[2] A. a. O. S. 107.

vielleicht ist indessen schon die absolute Zunahme des Hirngewichtes und dessen stärkerer Zug bei dem an dem caudalen Ende aufgehängten Praeparate ausschlaggebend; die äusseren Verhältnisse haben mir leider noch nicht gestattet, der interessanten Frage nach dem Verhalten des specifischen Gewichtes in verschiedenen Lebensaltern näher zu treten.

Dagegen schien es mir geboten, den Grad der Krümmung irgendwie besser als bisher zu bestimmen. An den früher abgebildeten Praeparaten erscheint die Krümmung immer zu gering, weil, des zu geringen specifischen Gewichtes der umgebenden Flüssigkeit wegen, ein der normalen Biegung entgegenwirkender Zug des Gehirnes nicht zu vermeiden war. Da es besser erschien, die Krümmung zu gering als zu gross erscheinen zu lassen, konnte diese Ungenauigkeit hingehen, um so mehr, als es sich zeigte, dass beim Erhöhen des specifischen Gewichtes der Lösung durch Zusatz von Kali bichromicum Strömungen in der Flüssigkeit leicht zu anomalen Biegungen führen. Eine andere Flüssigkeit zu schnellem Fixiren der Krümmung in Folge rascherer Erhärtung — Pikrinsäurelösung würde dies nach Versuchen am Rückenmarke der Maus leisten — wollte ich vermeiden, weil es mir gerade darauf anzukommen scheint, dass möglichst lange die natürliche Weichheit des Praeparates erhalten und Gerinnungen, welche eine Verziehung einer oder der anderen Richtung bedingen könnten, vermieden werden. Nun genügt es aber, das Praeparat mit dem Gehirne nach oben in der Lösung aufzuhängen, um der Norm jedenfalls sehr nahe zu kommen. Die beifolgende Figur ist eine Skizze des Gehirnes und des Rückenmarkes eines neugeborenen Kätzchens, gezeichnet nach dem in Müller'scher Lösung befindlichen Objecte. Das Praeparat war in der Weise conservirt, dass eine quer durch das Gehirn ge-



führte Nadel an Korkstückchen schwebend gehalten wurde. Der aus den innewohnenden Spannungen des Rückenmarkes resultirenden Krümmung steht nur die kleine Zugwirkung entgegen, welche sich aus der Differenz zwischen dem specifischen Gewichte des abwärts von der Biegungsstelle hängenden Theiles des Rückenmarkes und der Flüssigkeit ergiebt. Die „untere Halskrümmung" erscheint hier weit bedeutender, als in einer der früheren Zeichnungen. Weit weniger, als nach diesen, wird die Bezeichnung der Biegungsstelle als Winkel Anstoss erregen können. Versucht man, durch Axenlinien — die natürlich eine absolute Genauigkeit nicht beanspruchen können — die Grösse der Biegung zum Ausdruck zu bringen, wie dies *a a* und *a′ a′* versuchen, so stellt sich eine gegenseitige Neigung beider Linien um ca. 30° heraus. Die Stellung, welche das freischwebende Nervensystem bei der gewählten Aufhängungsweise in der Lösung einnahm, lässt sich aus der dritten der eingezeichneten Linien (*v v*) erkennen. Das freischwimmende Praeparat hatte sich durch Drehung um die tragende, als Axe dienende Nadel so eingestellt, dass der untere Theil, das dorsale Mark, um etwa 18° gegen die Verticalebene (*v v*) geneigt war. Gerade diese Art der Aufhängung und Selbsteinstellung des Praeparates zeigt noch besser, als die bisherigen Beobachtungen, dass die Krümmungen des Rückenmarkes aus dessen eigenen Spannungen resultiren.

Bern, den 8. Juli 1886.

Methode zur genauen Reconstruction kleinerer makroskopischer Gegenstände.

Von

Dr. med. N. Kastschenko.
Privat-Docent an der Universität zu Charkow.

(Aus dem anatomischen Institut zu Leipzig.)

(Hierzu Taf. XVIII.)

Die anatomische Untersuchung der kleinen makroskopischen Gegenstände in toto, selbst wenn dieselben vollständig durchsichtig sind, kann nur mit sehr geringer Genauigkeit ausgeführt werden. Andererseits ergiebt auch die Kenntniss der einzelnen successiven Schnitte an und für sich keine deutliche Vorstellung über die Form und die gegenseitige Beziehung der einzelnen zusammengehörigen Theilchen des zu untersuchenden Gegenstandes.

Prof. W. His hat sich ohne Zweifel um die Wissenschaft sehr verdient gemacht, indem er zuerst auf die Methode der Reconstruction eines ganzen Gegenstandes durch graphisches Zusammensetzen der Abnahme seiner successiven Querschnitte hingewiesen und auch wirklich den grössten practischen Wert desselben dargethan hat. Jedoch bleiben bei dieser Art von Reconstruction oftmals Zweifel über die Richtigkeit der Lage einzelner Schnitte. Die für eine genaue Reconstruction nothwendige Vorbereitung einer Abnahme der äusseren Form eines zu untersuchenden Gegenstandes erreicht nicht vollständig ihren Zweck, da eine derartige Abnahme bloss der Reconstruction des Schnittes dienlich ist, mit dessen Fläche die Fläche der Abnahme selbst zusammenfällt z. B. bei Abnahme des Profilbildes zur Reconstruction des Medianschnittes. Ferner verändert sich auch beträchtlich die Grösse, wie auch theilweise die Form des betreffenden Gegenstandes in

Folge des für gute Schnitte nöthigen Einschliessens des Gegenstandes in eine entsprechende Masse. Bei der Einschliessung z. B. eines Embryo in Paraffin (wie es Prof. W. His hervorhebt[1]) oder in Gummi arabicum (wie ich es bemerkt habe[2]) nimmt derselbe in seinem Umfange beträchtlich ab und zeigt eine stärkere Krümmung des Kopf- und Schwanzendes.

Bloss wenn der Untersuchende mit dem betreffenden Gegenstande sehr vertraut ist, wird er vor Irrthümern bewahrt, und selbst da bleibt die Gefahr immer noch vorhanden.

Ich bemühte mich darum eine solche Methode zu finden mit deren Hülfe die Reconstructionen, ähnlich den von Prof. W. His angewandten, mit vollständiger Genauigkeit ausgeführt werden könnten und obendrein zugänglich seien den unerfahrenen Untersuchern. Es scheint mir, dass das unten beschriebene Verfahren diese Aufgabe recht befriedigend löst.

Für die genaue Reconstruction ist es unbedingt nothwendig, dass der Gegenstand wenigstens zwei sich schneidende ebene Oberflächen zeige und dass die Schnitte immer in einem ganz bestimmten Winkel (am besten in einem rechten) zu den beiden diesen Flächen ausgeführt werden. Dieses genügt vollständig, um bei dem graphischen Aufbau die Lage der successiven Schnitte genau bestimmen zu können. Folglich beruht die erste Bedingung der von mir gefundenen Methode darin, dass der zu untersuchende Gegenstand mindestens zwei sich schneidende Oberflächen erhält, die ich Definirflächen nenne. Am einfachsten erhält man dieselben durch Schnitte am Körper selbst. Falls jedoch der Gegenstand unverletzt bleiben soll, so werden solche Flächen künstlich gebildet.

Bis jetzt machte ich von dieser Untersuchungsweise bloss bei Hühnerembryonen Gebrauch, obgleich es augenscheinlich ist, dass sie bei beliebigen Gegenständen angewendet werden kann. Ich mache es in folgender Weise: Der Embryo wird in Paraffin eingeschlossen.[3] Wenn das Paraffin erkaltet ist, so wird es von zwei, drei oder vier Seiten beschnitten. Im letzten Falle erhalten wir die Form eines Prismas aus Paraffin, das in seiner Mitte den Embryo einschliesst.

Wie aus dem oben Erläuterten zu ersehen ist, so genügt es auch schon, das Praeparat von zwei Seiten zu beschneiden, aber wegen der genaueren Controlle über die Richtigkeit der Form der einzelnen Schnitte ist es rathsam eine grössere Anzahl Schnitte zu legen. In den meisten Fällen ist es

[1] *Anatomie menschlicher Embryonen.* III. Thl. 1885. S. 7.

[2] Ueber atrophische menschliche Embryonen. *Verhandlungen der medicinischen Abtheilung der Naturforschergesellschaft an der Universität in Charkow.* 1883. Bd. I. (Russisch).

[3] Sowohl die Einschliessung in Paraffin, wie auch die nachfolgende Bearbeitung des Schnittes mache ich nach Dr. Altmann's Methode.

bequemer, die Definirflächen rechtwinklich sich schneiden zu lassen, obgleich das nicht unbedingt nothwendig ist. Die Definirflächen müssen vollständig eben und glatt sein, da gerade hiervon der gute Erfolg der Reconstruction abhängt. Aus freier Hand ist es unmöglich dieselben genau genug auszuführen; darum habe ich zu diesem Zwecke ein kleines Instrument erdacht, zu dessen Beschreibung ich bald übergehen werde.

Nachdem das Paraffin die gehörige Form erhalten hat, muss seine Oberfläche gefärbt werden, damit nach der Uebertragung der einzelnen Schnitte auf den Objectträger die Lage der Definirflächen unter dem Mikroskop sichtbar sei. Da alle von mir versuchten flüssigen Farbstoffe entweder das Paraffin nicht genügend färben oder sich bei der weiteren Bearbeitung lösen, so musste ich es mit den pulverförmigen Stoffen versuchen. Nach vielen erfolglosen Versuchen kam ich zu der Ueberzeugung, dass zu diesem Zwecke das feinste Kohlenpulver, wie es in der Malerei gebraucht wird, genüge. Ich nehme eine zubereitete Oelfarbe, „Lampenschwarz", thue zu derselben ein ungefähr zehnmal so grosses Quantum Terpentinöl hinzu, mische diese beiden Flüssigkeiten mit einem kleinen Pinsel und bedecke mit diesem Gemenge die Definirflächen. Die Farbenschicht darf nur eine sehr dünne sein, damit das Paraffin durchsichtig bleibt, was viel practischer ist, da sie dann nicht hindert, die Lage des eingeschlossenen Gegenstandes zu sehen. Man darf nicht ein zu grosses Quantum Oelfarbe dazu benutzen, da dieselbe sehr langsam trocknet und nach ihrer Austrocknung eine Kruste bildet, die bei feinen Schnitten sehr leicht bricht. Andererseits ist der Gebrauch von Oelfarbe und nicht von einem Gemenge von Russ und Terpentinöl empfehlenswerther, da der Russ sich sehr leicht abwischt.

Nachdem die Farbe ausgetrocknet ist (was erst nach Verlauf einiger Stunden geschieht) kann man ohne Weiteres an die Ausführung der Schnitte gehen. Jedoch empfiehlt es sich sehr, wenn man das in der beschriebenen Weise zubereitete Praeparat noch einmal in geschmolzenes Paraffin eintaucht, natürlich erst dann, wenn diese zu erkalten und an den Rändern zu gerinnen anfängt; durch diese Vorsichtsmaassregel soll verhütet werden, dass die Form der Definirflächen sich verändere.

Auf diese Weise erhalten wir ein Stück Paraffin, welches, abgesehen vom Embryo, noch eine dünne Schicht Farbe in sich enthält, die in der Nähe des Embryo eine regelmässige geometrische Figur bildet (Taf. XVIII, Fig. 1a.) Nach Ausführung der Schnitte, nach Bearbeitung derselben mit einem Gemenge von Alkohol und Colodium, nach Auflösung des Paraffins und nach Einschliessung des Praeparates in Canadabalsam, bleiben in der Nähe jedes einzelnen Schnittes von den Definirflächen deutliche Umrisse sichtbar, die auch eine vollständig genaue Reconstruction des Embryo ermöglichen. Für das genaue Beschneiden des Paraffins benutze ich ein kleines Instrument,

das nach meiner Bestellung M. Schanze (Mechaniker des pathologisch-anatomischen Instituts zu Leipzig) höchst befriedigend hergestellt hat.

Dieses Instrument, welches ich als Beschneider bezeichnen will, (Fig. 2) ist speciell zu Schanze's Mikrotom gemacht, in welches dasselbe statt der Klammer oder des Paraffintischchens eingestellt wird. Es besteht aus einem zweimal im rechten Winkel gekrümmten Cylinder (*a*), dessen oberer Theil in einen Ring (*b*) ausläuft, in welchen in horizontaler Lage eine Klammer oder ein Paraffintischchen (*d*) eingefügt wird, an dem das Praeparat (*e*) befestigt ist. Durch den oberen Theil des Ringes geht eine Klemmschraube (*c*) zur bequemeren Fixirung des Praeparates in gewünschter Lage. Der Gebrauch dieses Instrumentes ist selbstverständlich. Es ist auch verständlich, dass man den Paraffin mit Hülfe desselben von jeder beliebigen Seite beschneiden kann. Das Beschneiden kann mit jedem Messer ausgeführt werden, wenn man das Praeparat mit dem freien Ende zur Schneide hinwendet. Man kann das Praeparat auch beschneiden, wenn man dasselbe nach rechts wendet, d. h. zum Mikrotom hin, nur dass man bei dieser Beschneidungsart ein Messer mit bis zu seinem äussersten Ende vollständig gerader Schneide haben muss, da man in diesem Falle bloss mi dem Ende derselben schneiden kann.

Für die Bequemlichkeit des Abzeichnens der Schnitte ist es nothwendig, dass man die Definirflächen so viel wie möglich dem Gegenstande nähert. Offenbar müssen die Definirflächen senkrecht zu den auszuführenden Schnitten gelegt sein, wenn die Reconstruction dem Untersucher recht erleichtert werden soll. Wenn man z. B. durch einen Gegenstand einen Querschnitt legen will, so müssen alle Definirflächen parallel der Längsachse desselben laufen.

Die erhaltenen Schnitte werden zusammen mit den entsprechenden Conturen der Definirflächen bei ein und derselben Vergrösserung abgezeichnet und dienen für sehr verschiedene Constructionen, die man in zwei Hauptgruppen eintheilen kann: Flächenconstructionen und Reihenconstructionen.

Um die Flächenconstructionen sich vorstellen zu können, denke man sich einige successive Schnitte auf einem durchsichtigen Material z. B. Glas, Wachspapier u. s. w. ausgeführt. Wenn man jetzt alle diese Zeichnungen nach ihrer genauen Reihenfolge so aufeinanderlegt, dass die Conturen der Definirflächen zusammenfallen, so bekommt man ein solches Gebilde, wie man es von einem bedeutend dickeren Schnitte oder von einem ganzen Gegenstande bekommen hätte, wenn derselbe entsprechend vergrössert und durchsichtig wäre. Für die Flächenconstructionen kann man entweder Wachspapier benutzen in der ebenbeschriebenen Art oder in einer allgemein bekannten Weise die eine Zeichnung auf die andere übertragen.

In einigen Fällen kann man einfach mit Hülfe einer Camera lucida auf ein und demselben Papier mehrere successive Schnitte abzeichnen und zwar in der Weise, dass die Conturen der Definirflächen des unter dem Mikroskop gesehenen Praeparats mit den entsprechenden Conturen des vorher aufgezeichneten zusammenfallen. Für die Flächenconstruction sind die Längsdurchschnitte besonders günstig.

Was die Reihenconstruction anbetrifft, so ist sie aus den erfolgreichen Arbeiten des Prof. W. His zur Genüge bekannt;[1] darum werde ich nur wenige Worte über die Veränderungen sagen, die diese Methode durch die Einführung der Definirflächen erfährt.

Für die Reihenconstruction braucht man gewöhnlich Querschnitte des Gegenstandes, bei der Construction selbst aber erhält man das Bild eines Längsschnitte. Eine derartige Reconstruction kann auf zweierlei Art vorgenommen werden: 1) Ohne Aufhebung der Axendrehung des Gegenstandes (hierbei sind hauptsächlich die Embryonen gemeint) und 2) mit Aufhebung dieser schraubenartigen Drehung. Im ersten Falle wird der Längsschnitt derart dargestellt, dass er die Form erhält, die er erhalten würde, wenn er in Wirklichkeit mit dem Messer ausgeführt wäre. Offenbar werden hierbei einige der Länge nach gelegene Theile (Medullarrohr, Chorda u. a.) schief oder ganz quer durchgeschnitten erscheinen. Im zweiten Falle nimmt die Zeichnung ein solches Aussehen an, welches der Längsdurchschnitt des Gegenstandes haben würde, wenn vorher die Axendrehung desselben aufgehoben wäre. Hierbei müssen alle Axenbildungen um Längsschnitte dargestellt werden. Bei der zweiten Art der Construction erhält man demonstrativere Zeichnungen, obgleich einige Verzerrungen der ganzen Form des Gegenstandes unumgänglich sind.

Die Reconstruction, mit Aufhebung der schraubenartigen Axendrehung des Gegenstandes ist mit Hülfe der Definirlinien sehr leicht auszuführen. Man muss auf allen Zeichnungen der Querschnitte eine Linie ziehen, die den Gegenstand in gewünschter Richtung schneidet. Die Lage und Richtung der Linie muss in Bezug auf die Definirflächen auf allen Zeichnungen dieselbe sein, in Bezug auf die einzelnen Organe des Embryo kann sie natürlich sehr verschieden sein (*ef*, Fig. 3 und 4). Hierauf werden die Ausmessungen der verschiedenen Theile des Querschnittes, die von der ebenbesprochenen Linien durchschnitten werden, nacheinander angedeutet auf einem in bestimmter Weise liniirten Papier, so dass die Conturen der Definirflächen zusammenfallen. Wenn man ebenso auch noch einige andere Theile die nicht von dieser Linie durchschnitten werden, darstellen will, so wird ihre Lage auf diese Linie projicirt.

[1] Diese Methode ist im I. und III. Theile der *Anatomie menschlicher Embryonen* (1880—85) angegeben.

Die Reconstruction mit der Aufhebung der Axenrehung des Gegenstandes wird auf eine etwas complicirtere Weise ausgeführt. In diesem Falle ist unumgänglich nothwendig, um eine jede Zeichnung eines Querschnittes einen Kreis mit ein und demselben Radius zu ziehen und zwar so, dass seine Lage in Beziehung auf die Definirflächen auf allen Zeichnungen dieselbe bleibt (Fig. 3 u. 4).

Hierauf projicirt man die Lage der verschiedenen Organe des Embryo, die in einer bestimmten Ebene liegen, z. B. der sagittalen Ebene, auf den entsprechenden Diameter (Fig. 3 u. 4 *gh*) des umschriebenen Kreises. Ferner wird die Reconstruction ebenso ausgeführt, wie im ersten Falle.[1]

Der Gebrauch der Definirflächen giebt nicht nur die Möglichkeit zu einer genauen Reconstruction, sondern ist auch in anderer Beziehung für die Erlernung des Gegenstandes dienlich. Eben mit Hülfe dieser Methode kann man mit grosser Genauigkeit die Veränderung der Form des ganzen Körpers und der Lage seiner einzelnen Theile in der Fläche der succesiven Schnitte bestimmen. Man kann z. B. bei Querschnitten genau die Grösse des Winkels, um den sich der Gegenstand gedreht hat, bestimmen.

Ich glaube, dass diese Methode nicht nur für die Embryologie von grossem Nutzen ist, sondern auch für alle anderen mikro-anatomischen Wissenschaften. In den Fällen, wo es nicht nothwendig ist die ganze Oberfläche des Gegenstandes unangetastet zu lassen, wie es gewöhnlich der Fall ist bei Untersuchungen von einzelnen Theilchen relativ grosser Organismen, wird die Anwendung dieser Methode dadurch um vieles vereinfacht, dass man die Ausrüstung des Praeparates mit Definirflächen viel einfacher ausführen kann. Hierfür ist es vollständig genügend, das oben beschriebene Beschneiden des Paraffins derart auszuführen, dass man die Oberfläche des Gegenstandes selbst mitbeschneidet. Dann werden die abgeschnittenen Oberflächen die Definirflächen darstellen. Das Befärben des Paraffins wird in diesem Falle unnöthig.

Ich bin im höchsten Grade Hrn. Prof. W. His für seine liebenswürdige Beförderung meiner Studien dankbar, wie auch Hrn. Dr. Altmann, der mich mit seiner Mikrotomirmethode bekannt gemacht hat.

---

[1] Offenbar könnte man statt der Umschreibung eines Kreises um einen jeden Schnitt dem ganzen Praeparat die Form eines Cylinders geben, jedoch scheint mir dieses für die Praxis unzweckmässig zu sein.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XVIII.)

Fig. 1. Ein Hühnerembryo, zweimal in Paraffin eingeschlossen und mit Definirflächen *(a)* versehen.

Fig. 2. Beschneider. Natürliche Grösse.

a — Stiel, *b* — Ring, *c* — Klemmschraube, *d* — Paraffintischchen, *e* — Paraffinpraeparat.

Figg. 3 und 4. Zwei verschiedene Schnitte eines und desselben Hühnerembryos. 1 Syst. v. Hartnack. Camera lucida v. Oberhäuser.

ab, bc, cd — Definirflächen.

ef — beispielsweise ausgeführte Linie, die der Reihenconstruction ohne Vernichtung der Axendrehung des Embryos dient.

gh Fig. 3 und *gh* — Fig. 4 zwei verschiedene Diameter des Kreises gih, die der Sagittalreihenconstruction mit Vernichtung der Axendrehung des Embryos dienen.

Ueber den Verschluss des menschlichen Magens an der Cardia.

Von

A. von Gubaroff
aus Moskau.

(Gearbeitet auf der topographischen Abtheilung des Hrn. Prof. Braune.)

(Hierzu Taf. XIX.)

Schon im Jahre 1871 hat Prof. W. Braune[1] die Angabe gemacht, dass bei einem Rumpfstück, von dem die obere Thoraxhälfte hinweggenommen war, in Rückenlage durch den lang erhaltenen Oesophagus grosse Mengen Wasser sich in den Magen hineintreiben liessen, ohne wieder zurückzufliessen, trotzdem am Oesophagus keine Ligatur angebracht worden war. Beim Eindringen des Fingers durch das Oesophagusstück in den Magen fühlte man zwischen Cardia und Fundus die Magenwand so scharf vorspringend, dass man auf die Vermuthung kam, es handle sich hier um eine Ventilwirkung.

Die anatomische Litteratur giebt hierüber verhältnissmässig wenig Aufschluss. Die Angaben, die sich vorfinden, sind meistens nur theoretischer Natur. So findet sich bei Spigel,[2] welcher, nachdem er die Ränder des Foramen oesophageum als muskulöse beschrieben hat, sich darüber folgendermaassen ausspricht: „Hoc (diaphragma) dum contrahitur versus principium,

---

[1] W. Braune, *Topographisch-anatomischer Atlas nach Durchschnitten an gefrorenen Cadavern.* Kleine Ausgabe, Leipzig 1878. S. 113—114. (Erklärungen zur XIII. Tafel.)

[2] Adriani Spigelii, *De corporis humani fabrico libri decem.* Francofurti 1632. p. 133—134.

fibrae omnes colliguntur in se." Auch Fantoni[1] beschreibt Muskelfasern, welche das Foramen oesophageum circulär umfangen, eine Constriction der Cardia ausführen und gemeinsam mit dem Diaphragma das Zurückfliessen des Mageninhaltes in die Speiseröhre verhindern können.

Die meisten Autoren beschreiben überhaupt das Foramen oesophageum als eine musculöse Oeffnung. In diesem Sinne wird es auch von Hyp. Cloquet,[2] Velpeau,[3] Bourgery[4] und anderen dargestellt, doch hat Cruveilhier[5] an einer Leiche, die er in seinem Cursus gebraucht hat, ein Foramen oesophageum beobachtet, dessen vorderer Rand aponeurotisch war. Auch an den Langenbeck'schen Tafeln[6] kann man diese Aponeurose am vorderen Rande sehen. Blandin[7] geht sogar soweit, dass er die aponeurotische Natur des vorderen Randes des Foramen oesophageum als normal darstellt. Bourgery[8] nimmt dagegen eine vollständige Umgebung des Foramen oesophageum durch muskulöse Fasern an und erwähnt ausdrücklich einen kleinen sich pinselförmig ausbreitenden Muskelfortsatz, welcher nach rückwärts von dem vorderen Rande ausläuft und in der Länge von einigen Linien auf der vorderen Oesophaguswand hinlaufend sich schliesslich in den Längsfasern des Oesophagus verliert. Diese Verhältnisse, welche übrigens schon von Haller und anderen Autoren notirt, aber von ihnen als zufällige und nicht constante erklärt wurden, sieht Bourgery als constant und normal an. Nach der Meinung von Fr. Arnold[9] sollen die Fibrae obliquae wagerechte Kreise bilden, die sich an der Cardia an die circulären Fasern der Speiseröhre anschliessen und um das Ostium oesophageum ein breites horizontales Band bilden, mit der Wirkung eines Sphincter oesophagi. Damit kann sich aber Luschka nicht einverstanden erklären.[10] Er meint vielmehr dass gar kein besonderer Schliessmuskel des oberen Magenmundes vorhanden sei, sondern dass der Mageninhalt durch Bildung strahlig auslaufender Längsfasern an der Schleimhaut des Cardialrandes der Speiseröhre zurückgehalten werde.

[1] Johanni Fantoni *Dissertationes anatomicae septem renovatae*, Tanzigii. 1745. p. 95.

[2] Hypp. Cloquet, *Traité d'anatomie descriptive*. Paris 1822. p. 396.

[3] Velpeau, *Traité complet d'anatomie chirurgicale*. Paris 1833. t. II. p. 18*.

[4] Bourgery et Jacob, *Anatomie descriptive ou physiologique*. Paris 1834. t. II. p. 17.

[5] Cruveilhier, *Cours d'études anatomiques*. Paris 1830.

[6] Langenbeck, *Icones anatomicae*. Göttingen 1826—1838. Myologia Tab. XII. Figg. 2 u. 3.

[7] Blandin, *Traité d'anatomie topographique ou des regions du corps humain*. Paris 1826. p. 292.

[8] Bourgery et Jacob, a. a. O. S. 17.

[9] Fr. Arnold, *Handbuch der Anatomie des Menschen*. Freiburg 1847. Bd. II. S. 73.

[10] Luschka, *Die Lage der Baucheingeweide des Menschen*. Carlsruhe 1871. S. 15.

Hyrtl[1] giebt die Möglichkeit einer Compression der Speiseröhre durch die von den Zwerchfellschenkeln gebildete Muskelzwinge zu; doch hält er es für wahrscheinlicher, dass der Schluss der Cardia durch die Lageveränderung des Magens und dadurch bedingte Knickung des Oesophagus zu Stande komme. Er giebt an, dass das Zwerchfell über das Foramen oesophageum einige Gewalt besitze, weil er gelegentlich beobachtet habe, dass man dem Aufstossen (ructus) durch eine tiefe Inspiration vorzubauen im Stande sei. Nach Sappey[2] stellen sich die Verhältnisse so, dass der Oesophagus an den musculösen Rändern seines Foramen durch Bindegewebe befestigt ist. Er beschreibt auch ein dünnes, von dem linken Rande dieses Foramen gehendes Muskelbündelchen, welches sich an der entsprechenden Oesophaguswand inserire. Manchmal existiren nach seiner Angabe zwei solche Bündel, welche von den Rändern dieses Foramen an der vorderen Oesophaguswand herabsteigen. M. Rouget hat deren Fasern sich kreuzen gesehen.

Auch Henle (Muskellehre, Atlas S. 117, Handbuch der system. Anatomie des Menschen S. 78 Fig. 43) giebt nach einer genauen Beschreibung der muskulösen Theile an, dass der Oesophagus zwischen Muskelfasern liege, deren Contraction den Erfolg haben müsse, durch Uebergang des bogenförmigen Verlaufes der Fasern in den geradlinigen die Spalten zu verengen, dann sie zu kürzen.

Aus diesen Litteraturzusammenstellungen geht hervor, dass die Angaben über den Bau des Foramen oesophageum und über den Verschluss der Cardia nicht völlig übereinstimmen, so dass es nothwendig erscheint:

1. den Faserverlauf am Foramen oesophageum nochmals zu untersuchen;
2. den Verschluss der Cardia experimentell zu prüfen.

Es finden sich zwar überall einzelne Andeutungen des vorhandenen Mechanismus, jedoch ist bisher der Verschluss der Cardia immer noch eine offene Frage gewesen.

Die drei grossen Passagen des Zwerchfelles für die Vena cava inferior, Aorta und Oesophagus unterscheiden sich dadurch von einander, dass die Gefässöffnungen dauernd offen erhalten bleiben müssen, der Oesophagus dagegen nur zeitweilig. Dies ist dadurch erreicht, dass die Aorta dicht am Ursprung der Zwerchfellfasern auf der Wirbelsäule liegt, parallel zu den Faserzügen und deshalb nicht von den verkürzenden Faserzügen zusammengeschnürt werden kann. Die Vene ist weit davon entfernt im Centrum tendineum gelegen und durch diese Lage gegen jede Compression

[1] J. Hyrtl, *Handbuch der topographischen Anatomie.* Wien 1847. III. Buch. S. 415.

[2] Sappey, *Traité d'anatomie descriptive.* Paris 1876. 3me édit. p. 256.

gesichert. Der Zug der Muskeln kann das Foramen für die Vene nur erweitern, nicht verengern (vgl. Taf. XIX, Fig. 1). Zwischen beiden Oeffnungen liegt der Oesophagus, von einer muskulösen Zwinge allseitig umgeben, so dass, wie schon Henle sehr richtig bemerkt, die Zusammenziehungen des Zwerchfelles das Foramen oesophageum verengern müssen.

Die anatomischen Verhältnisse des Zwerchfelles am Foramen oesophageum sind folgende:

Bei der Praeparation von vorne her von der Bauchhöhle aus, sieht man, wie schon vielfach beschrieben, dass zwei mächtige fleischige Muskelpfeiler, welche schräg vom Lig. longitudinale anticum in der Höhe des dritten Lendenwirbels ausgehen, einen Schlitz, der in der Mittellinie liegt und mit seinem oberen Ende bis nahe an das Centrum tendineum reicht, begrenzen. Meist ist er noch von bogenförmigen Fleischfasern, welche die Fortsetzung dieser erwähnten Pfeiler bilden, nach oben umgeben und dadurch vom Centrum tendineum abgegrenzt. Nur in sehr seltenen Fällen ragt er bis an das Centrum tendineum selbst. Der oberste Theil dieses Schlitzes wird vom Oesophagus passirt, der unterste von der Aorta. Die Abgrenzung der Aortenöffnung von dem Foramen oesophageum wird dadurch gebildet, dass auf den medialen Rändern des grossen Muskelpfeilers ein sehniger Saum liegt, der oben bogenförmig den Hiatus aorticus schliesst. Von diesem sehnigen Saum entspringen weitere Muskelbündel, welche bogenförmig das Foramen oesophageum umgreifen und nach unten gegen das Aortenloch hin abschliessen. In der Mehrzahl der Fälle ist es ein starkes Muskelbündel, welches von der rechten Seite des sehnigen Hiatus aorticus entspringt und einen Zuwachs erhält von den tiefen Muskelschichten des rechten Pfeilers. Dieses Muskelbündel wendet sich auf die linke Seite herüber, geht bogenförmig um den Oesophagus herum und endigt zum grössten Theil im Centrum tendineum. Nur wenige Fasern schwenken am oberen Rande des Foramen oesophageum nach der rechten Seite hinüber und fliessen dort mit den Muskelfasern zusammen. Ausserdem findet man oft, wenn auch nicht so regelmässig, vom linken Pfeiler ein Muskelbündel ausgehen, welches in der Tiefe unter dem vorhin erwähnten Bündel nach rechts hinüberzieht und gleichfalls nach oben theils bogenförmig den Oesophagus umgreift, theils am Centrum tendineum ansetzt. Dadurch wird die Form der Achtertour um den Oesophagus gebildet, nicht in der Weise, wie dies Heizmann in seinem bekannten Atlas abbildet (Fig. 220, S. 116), wohl aber übereinstimmend mit den Angaben und Abbildungen von Henle. Aus dem Gesagten wird verständlich, dass diese Verhältnisse besser von hinten her durch Praeparation klargelegt werden können, eine Praeparation, bei welcher man sehr deutlich die Sphincternatur dieser Muskelanlage erkennt. Dazu kommt noch, dass Muskelfaserzüge die äussere Längs-

muskulatur des Oesophagus in Verbindung setzen mit der Muskulatur des Zwerchfelles, welche mit hinweggeräumt werden, wenn man die Fascie am Foramen oesophageum entfernt, und dadurch wird das Foramen oesophageum selbst theilweise zerstört. Auch diesem Uebelstande entgeht man, wenn man das Foramen oesophageum von der Rückseite des Zwerchfelles aus praeparirt.

Figg. 2, 3, 4 geben Abbildungen des Foramen oesophageum, wie es sich bei der Praeparation von hintenher darstellt und zwar sind Taf. XIX Figg. 3 und 4 vom menschlichen Zwerchfell, Fig. 5 von dem des Hundes genommen. Man sieht zunächst den Uebergang der Fasern des Zwerchfells auf den Oesophagus (Fig. 3) und ferner erkennt man deutlich die Anordnung der Fasern zu einem Sphincter des Oesophagus. Namentlich Fig. 4, deren Praeparat durch Spannung in die ursprüngliche räumliche Lage gebracht wurde, zeigt fast das Bild wie es der Sphincter ani bietet. Am unteren Rande des Foramen oesophageum findet sich eine sehnige Naht, von welcher eine Anzahl von Muskelfasern ihren Ursprung nehmen, welche nach oben bogenförmig den Oesophagus umschlingen (Fig. 4), ähnlich, wie die vom Lig. palpebrale entspringenden Fasern des Orbicularis oculi. Ebenso findet sich ein sehniges Bändchen auf der Rückseite des Oesophagus, welches in die Längsmuskulatur desselben übergeht und den Ansatzpunkt für eine Reihe von Fasern bildet, welche den Oesophagus schlingenförmig umgeben (Fig. 3); ganz ähnlich findet man auch eine solche sehnige Naht am unteren Rande des Foramen oesophageum beim Hunde.

Diese Zwerchfellmuskulatur würde aber doch nur einen schwachen Verschluss abgeben können, ebenso wie der Sphincter ani externus nur einen relativ schwachen Antheil an dem Schliessapparat des unteren Mastdarmendes nimmt; wenn nicht zum Cardiaverschluss noch eine Ventilwirkung hinzuträte, deren Zustandekommen durch die Muskelwirkung des Zwerchfells erleichtert wird, ihre Grundlage aber in dem schiefen Einsetzen des Oesophagus am Magen unterhalb des Fundus findet.

Um den Ventilschluss zu untersuchen, wurden die Injectionsversuche wiederholt und unter verschiedenen Verhältnissen angestellt. Im Ganzen wurden neun Versuche an möglichst frischen Cadavern vorgenommen, welche sämmtlich normalen, muskelkräftigen Individuen (Selbstmördern) angehörten.

1. Es wurde an mehreren Cadavern der Thorax quer oberhalb des Zwerchfelles abgenommen und der Oesophagus ziemlich lang erhalten. Es liess sich wiederholt durch den letzteren in den Magen bei genau horizontaler Rückenlage eine grössere Quantität Flüssigkeit einspritzen, ohne dass dieselbe

wieder zurückfloss. Nur mitunter, bei sehr starker Anfüllung, fing sie an, allmählich wieder aus dem Oesophagus auszufliessen, als ob das Ventil an der Cardia durch übermässige Ausdehnung relativ insufficient geworden wäre. Aussderdem war doch auch zu bemerken, dass durch das Abtragen des Thorax die Rippen ihren festen Halt verloren hatten und in Folge davon die Zwerchfellspannung verändert worden war. Ebenso war es möglich, dass ein Theil der Flüssigkeit aus Magen und Duodenum in die Dünndärme geflossen war.

Bei diesen Versuchen konnte man recht deutlich wahrnehmen, dass ein Zug am Zwerchfell die Ventilwirkung erhöhen oder vermindern konnte, je nach der Richtung, in welcher er angebracht wurde. Wenn man das Herz auf dem Zwerchfell erhielt und bei Rückenlage des Cadavers seiner Schwere überliess, so floss der Mageninhalt leichter ab; die Ventilwirkung wurde dagegen erhöht wenn an dem Herzen ein Zug in der Richtung der von Teutleben[1] beschriebenen Bänder des Zwerchfelles angebracht wurde.

2. Es wurden die Versuche so abgeändert, dass durch einen kleinen Schnitt in die Linea alba des Bauches bei sonst unverletztem Cadaver die Flexura duodenojejunalis zugänglich gemacht wurde, um von hier aus nach aufwärts den Magen zu füllen. Es ward die Bauchwunde dicht um die Canüle geschlossen, um die natürlichen Verhältnisse möglichst wieder herzustellen, der Thorax intakt gelassen und entweder auf ein Ansteigen der Flüssigkeit im Schlundkopf geachtet oder der am Halse freigelegte und aufgeschnittene Oesophagus auf das Ausströmen von Flüssigkeit angesehen.

In sechs Fällen wurde so verfahren und jedesmal ein Schluss der Cardia constatirt, wenn mit schwachem Drucke von wenigen Centimetern Wasserhöhe operirt wurde Nur dann, wenn nach Eröffnung der Bauchhöhle ein Zug aus der Magenwand ausgeführt wurde, welcher den Oesophaguswinkel an der Cardia möglichst streckte, oder wenn der Druck bedeutend verstärkt ward, konnte man die Flüssigkeit zum Ausfliessen in den Oesophagus bringen. Letzteres wurde mehrmals beobachtet. Es musste also die Ventilwirkung dadurch zu Stande kommen, dass durch die passive Spannung des Zwerchfells der Oesophagus an dem Foramen oesophageum förmlich abgeknickt wurde. Es forderten diese Versuche auf zu der weiteren Untersuchung, wie an gut gehärteten Körpern die Lage des Oesophagus zur Magenaxe und zum Fundus sich gestaltet. Es lässt sich erwarten, dass hier mancherlei Verschiedenheiten vorkommen. Die mehr gestreckte Lage des Oesophagus zum Magen lässt erwarten, dass beim Neugeborenen die Ventilwirkung nur eine schwache ist, was damit übereinstimmt, dass bei Kindern der Mageninhalt bei Lageveränderung des Körpers so überaus

[1] v. Teutleben, Die Ligamenta suspensoria diaphragmatica des Menschen. *Dies Archiv.* 1877. S. 237.

leicht regurgitirt. Indessen mögen auch bei Erwachsenen die Verhältnisse verschieden sein, da Manche überaus leicht brechen, andere nur mit der grössten Anstrengung beim Erbrechen Mageninhalt herauswürgen können.

Darstellung der Oesophaguseinmündung in den Magen an gehärteten Praeparaten.

(Taf. XIX, Figg. 5, 6, 7, 8).

1. Fig. 5 zeigt den Frontalschnitt durch den festgefrorenen Körper eines erwachsenen, normal gebauten Mannes mittleren Alters, von hinten her betrachtet.

Der Schnitt verläuft vor der Brustwirbelsäule durch beide Lungen und den linken Vorhof des Herzens, tritt darauf durch das Zwerchfell in die Bauchhöhle über, knapp hinter dem Foramen oesophageum, durchschneidet den Fundus des Magens, welcher durch Speiseinhalt stark ausgedehnt war. Dann schneidet er schräg die Aorta descendens und tritt nach abwärts in die Lendenwirbelsäule ein. Die Leber wird im rechten Lappen nahezu frontal halbirt, der Lob. Spigelii gestreift und die Vena cava inferior in grösserer Länge freigelegt. Das weitere Detail erläutern die an der Figur selbst angebrachten Bezeichnungen.

Beim Eindringen des Fingers in das Foramen oesophageum von oben her, konnte man deutlich die enge Zwinge des Zwerchfelles fühlen. Es wurde nachträglich, wie in der Zeichnung zu sehen, das Foramen oesophageum aufgeschnitten. Man bemerkt, dass der Fundus beträchtlich höher steht, als die Cardia, und dass der starke Vorsprung an dem oberen Rande der letzteren recht gut bei stärkerer Ausdehnung des Fundus ventilartig den Oesophagus abschliessen kann. Auf dem Querschnitt sieht man sehr deutlich die Mächtigkeit des darin liegenden Zwerchfellschenkels.

2. Fig. 6 bildet den gut in Chromsäure gehärteten Körper eines ausgetragenen neugeborenen Kindes ab. Die frontal weit geöffnete Bauchhöhle ist ausgeräumt und nur Magen, Duodenum und Milz darin gelassen, die linke Seite der Brusthöhle weit geöffnet und der ganze Körper so gedreht, dass man von links her in das Coelom hineinblickt. Die Aorta ist hinter dem Bogen abgeschnitten, die linke Lunge frontal angeschnitten, die rechte intakt. Oesophagus, Magen, Duodenum, Milz sind in situ gelassen, Magen, Cardia und ein Stück des Oesophagus durch einen Frontalschnitt geöffnet. Der Oesophagus zieht hier viel steiler, als bei dem vorigen Bild, herab, aber auch hier lässt sich ein Ventil herausconstruiren, infolge des hoch gelegenen Fundus und der schiefen Einbohrung des Oesophagus in den Magen, und auch hier ist die Cardia vom Zwerchfell eng eingeschnürt.

Ergänzt wird dieses Bild, welches einen starken Füllungsgrad des Magens zeigt, durch das folgende in Fig. 7 abgebildete Praeparat, bei welchem der Magen viel weniger angefüllt war. Hier sind noch sämmtliche Gedärme

in der Bauchhöhle gelassen, die letztere selbst ist weit geöffnet, während von der Brusthöhle nur die linke Hälfte geöffnet ist. Man kann den Verlauf der Nabelvene zur Leber gut verfolgen und sieht den Magen an der Cardia nebst dem ansstossenden Stück des Oesophagus weit geöffnet. Auch hier zieht der Oesophagus steil herab, zeigt also ebenso, wie die vorige Abbildung eine ungünstige Lage für eine Ventilwirkung, ganz besonders aber wird durch die geringe Ausdehnung des Fundus ersichtlich, dass eine Auftreibung desselben zur Ventilwirkung gehört.

3. Fig. 8 zeigt die Lageverhältnisse von der Zwerchfellkuppel aus betrachtet. Man sieht unter dem weit geöffneten Zwerchfell rechts die Leber mit der Vena cava und den einmündenden Lebervenen; der linke Leberlappen ist abgeschnitten, so dass die Theile unter der linken Zwerchfellkuppel sichtbar gemacht sind, nämlich der aufgetriebene Fundus und die Milz. Man sieht den Oesophagus schief zu dem Magen herüberziehen und wie eingeknickt von oben her, eine Einwirkung des nachträglich weggenommenen Zwerchfellschenkels. Das Praeparat stammt von dem gefrorenen und quergeschnittenen Körper eines nicht völlig ausgetragenen Neugeborenen; an dem Schnitt wurden successive das Zwerchfell und die Lungen weggenommen. Dieselben Verhältnisse sind zur Evidenz gut erkennbar an den schönen Gypsabgüssen, welche His nach in Chromsäure gehärteten Körpern angefertigt und theilweise in diesem Journal (Jahrgang 1878) beschrieben hat.

Zu untersuchen bleibt ferner, ob die Musculatur der Magenwandung an der Cardia einen Sphincter bildet, wie es z. B. beim Pferde der Fall ist,[1] ferner, welche Muskeln sich beim Brechact betheiligen. Kommt der Brechact dadurch zu Stande, wie dies Lüttich[2] annimmt, dass das Zwerchfell herabrückt, so ist schwer zu verstehen, wie bei dieser Action das Foramen oesophageum erweitert werden soll. Wenigstens habe ich keine Muskelfasern am Diaphragma nachweisen können, welche activ durch ihre Contraction das Foramen oesophageum erweitern, eine Annahme, welche Gad[3] gemacht hat. Ich behalte mir vor, durch Schnitte des Magens die Musculatur der Magenwand an der Cardia in einer späteren Untersuchung klar zu legen.

Hrn. Professor Braune sage ich schliesslich an dieser Stelle für seine mannigfache Unterstützung meiner Arbeit meinen besten Dank.

---

[1] Leisering, *Atlas der Anatomie des Pferdes.* Leipzig 1861. Taf. 19, Fig. 8; — Franke, *Handbuch der Anatomie der Hausthiere.* Stuttgart 1883. S. 507; — Gurtl, *Atlas der anatomischen Abbildungen der Hausthiere.* Berlin 1829. Taf. 56. Text S. 262.

[2] Lüttich, *Ueber den Mechanismus des Brechaktes, insbesondere über die Betheiligung des Oesophagus.* Dissertation. Kiel 1875. S. 14.

[3] Gad, „Erbrechen". Real-Encyclopädie der gesammten Heilkunde von Eulenburg. 2. Aufl.

Ueber die Bestandtheile des Corpus restiforme.

Von

Professor W. Bechterew.
in Kasan.

(Hierzu Taf. XX.)

Die Zusammensetzung des Corpus restiforme bildet in letzterer Zeit den Gegenstand allseitiger Untersuchungen. Seit dem vorigen Jahr sind ihm mehrere Arbeiten gewidmet worden, unter ihnen diejenigen von Edinger,[1] Prof. Flechsig,[2] Vejas,[3] Darkschewitsch und Freud.[4] Die wesentlichen Ergebnisse derselben bestehen in Folgendem:

Edinger gelangte auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Schluss, dass im Strickkörper drei besondere Theile anzunehmen seien: 1) Rückenmarksfasern, unter welchen er Fasern aus der Kleinhirnseitenstrangbahn und solche unterscheidet, die aus dem entsprechenden (vielleicht auch aus dem anderseitigen) Hinterstrang entspringen; 2) Fasern aus Nervenwurzeln, und zwar des Acusticus und Trigeminus, und 3) Fasern aus den unteren Oliven. Bezüglich der Vertheilung der Strickkörperfasern im Innern des Kleinhirns bemerkt Edinger, dass die ersten zwei Systeme zum Wurm

[1] Edinger, Zur Kenntniss der Hinterstrangfasern in der Medulla oblongata und im unteren Kleinhirnschenkel. *Neurologisches Centralblatt.* 1885. Nr. 4. — *Zehn Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane.* Leipzig 1885.

[2] Flechsig, Ueber die Verbindungen der Hinterstränge mit dem Gehirn. *Neurologisches Centralblatt.* 1885. Nr. 5.

[3] Vejas, Experimentelle Beiträge zur Kenntniss der Verbindungsbahnen des Kleinhirns und des Verlaufes der Funic. graciles und cuneati. *Archiv für Psychiatrie.* Bd. XVI. S. 200.

[4] Darkschewitsch und Freud, Ueber die Beziehung des Strickkörpers zum Hinterstrange und Hinterstrangskern nebst Bemerkungen über zwei Felder der Oblongata. *Neurologisches Centralblatt.* 1886. Nr. 6.

aufsteigen, während die Olivenfasern sich nur bis zum Corpus dentatum cerebelli verfolgen lassen.

Vejas, der seine Untersuchungen nach der Gudden'schen Methode anstellte, kam zu dem Ergebniss, dass der Strickkörper zusammengesetzt wird 1) aus der Kleinhirnseitenstrangbahn, 2) aus Fasern der contralateralen Olive und 3) aus solchen, die den Kernen der Seitenstränge entstammen. Ueber die Ausbreitung der Fasern des Strickkörpers im Kleinhirn gelangte Vejas zu keinen bestimmten Schlüssen.

Flechsig bestätigt in seiner kurzen Mittheilung die Angabe Edinger's über den Zuwachs des Strickkörpers seitens der Olivenzwischenschicht, doch bezweifelt er die Bedeutung, die Edinger den aus dem Nucleus funic. gracilis entstammenden kurzen bogenförmigen Fasern zuschreibt.

Die neuesten Autoren endlich, die über diesen Gegenstand geschrieben haben, — Darkschewitsch und Freud — bestätigen wieder die Angabe Edinger's über Betheiligung von Fasern aus dem entsprechenden Hinterstrangskern am Aufbau des Strickkörpers, doch sie leiten diese Fasern aus dem Nucleus funic. cuneati ab. Ihre Untersuchung führt sie zu dem Ergebniss, dass im Strickkörper eigentlich drei Bestandtheile zu unterscheiden seien; eins davon bilden die Fasern der Oliven, oder — wie sie dieselben wegen ihrer späteren Entwickelung nennen — das secundäre Corpus restiforme; die zwei anderen dagegen, und zwar die Fasern der Kleinhirnseitenstrangbahn und die aus dem entsprechenden Nucleus funiculi cuneiformis stammenden (Edinger's Fibrae arcuatae externae) sollen in dem sich früher entwickelnden Theil des Strickkörpers (primäres Corpus restiforme) enthalten sein. Ausserdem nehmen sie in Uebereinstimmung mit Edinger im Strickkörper noch Fasern aus der oberen Pyramidenkreuzung an, die längs der Peripherie des verlängerten Markes verlaufen (Edinger's Fibrae arc. anteriores).

Aus dieser Zusammenstellung ist zu ersehen, dass die Frage über den Faserursprung des Strickkörpers noch immer nicht zur endgiltigen Entscheidung gelangt ist. Zudem bleibt, abgesehen von den unter den Autoren bestehenden Meinungsverschiedenheiten über Betheiligung dieser oder jener Fasersysteme an der Bildung des Strickkörpers, die Frage über den weiteren Verlauf der Fasern desselben im Innern des Kleinhirns fast noch gänzlich unerhellt.

Was die Widersprüche anbelangt, die unter den Autoren bestehen. welche ihre Untersuchungen vermittelst der neuesten Methoden angestellt haben — derjenigen der embryonalen Entwickelung und der secundären Atrophie — so sind dieselben meines Erachtens leicht durch folgenden Umstand zu erklären. Die Autoren, die ihre Untersuchung an foetalen Gehirnen anstellten, benutzten die Entwickelungsmethode eigentlich nicht

in genügender Breite. In den meisten Fällen beschränkten sie sich auf die Untersuchung eines foetalen Gehirns bestimmten Alters, oder nahmen dazu zwei Gehirne verschiedenen Alters (z. B. eines sechsmonatlichen Foetus und eines von unbekanntem Alter[1]), anstatt Schritt für Schritt die consecutive Entwickelung der Fasern des Strickkörpers in verschiedenen Perioden des intrauterinen Lebens zu verfolgen. Andererseits darf die Methode der Atrophie meiner Meinung nach nur insofern als genau betrachtet werden, als sie positive Resultate liefert; dagegen geht es wohl nicht an, allein aus vermittelst dieser Methode erhaltenen negativen Resultaten (d. h. beim Fehlen von Atrophie in irgend einem Querschnitte des Nervensystems) unbedingte Schlüsse über das Nichtvorhandensein von Verbindungen zwischen zwei grauen Massen zu ziehen, wie in letzterer Zeit einige Autoren verfuhren.[2]

Nach diesen Bemerkungen wende ich mich zu den Resultaten meiner eigenen Untersuchungen.

Bereits während meiner Studien im Laboratorium von Prof. Flechsig (1885—1886) hatte ich Gelegenheit eine Reihenfolge von Querschnitten aus Foetalgehirnen verschiedener Altersperioden anzufertigen, von einem 25 cm langen Foetus an bis zu den ersten Perioden des extrauterinen Lebens. Dieses Material, welches gegenwärtig durch noch einige Gehirne von Embryonen vervollständigt ist, gab mir die Möglichkeit, die consecutive Faserentwickelung des Strickkörpers zu ermitteln.

Auf Grund eingehenden Studiums der Schnittreihen aus allen in meinem Besitz befindlichen Foetalgehirnen (15 an Zahl) kann ich mit Bestimmtheit versichern, dass der Strickkörper oder äussere Abschnitt des unteren Kleinhirnstiels aus nicht weniger als fünf gesonderten Bestand-

---

[1] Vergl. Darkschewitsch und Freud, a. a. O.

[2] So hat vor Kurzem Onufrowitsch (Experimenteller Beitrag zur Kenntniss des Ursprungs des N. acusticus des Kaninchens. *Archiv für Psychiatrie.* Bd. XVI. Hft. 3) auf Grund des Fehlens von Atrophie im Corpus trapezoideum und in der oberen Olive bei unvollständiger (!) Durchschneidung des Hörnerven an jungen Thieren mit Bestimmtheit das Bestehen einer Verbindung zwischen dem Nucl. anter., den N. acustici und den transversalen Fasern des Corp. trapezoid. verneint; indessen hätte er sich leicht davon überzeugen können, wenn er andere Untersuchungsmethoden des Faserverlaufs im Nervensystem, z. B. die Entwickelungsmethode berücksichtigt haben würde (vergl. Flechsig, *Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark*; Bechterew, Ueber die innere Abtheilung des Strickkörpers und den achten Hirnnerven. *Neurologisches Centralblatt.* 1885. Nr. 7). Uebrigens ist gegenwärtig eine Verbindung des vorderen Austicuskerns mit den transversalen Fasern des Corp. trapez. auch vermittelst der Methode secundärer Atrophie nachgewiesen (s. Baginsky, Ueber den Ursprung und den centralen Verlauf des N. acusticus des Kaninchens. *Sitzungsberichte der königl. preussischen Akademie der Wissenschaften.* 25. Februar 1886).

theilen oder Bündeln zusammengesetzt ist, indem dieselben zu verschiedenen Perioden des intrauterinen Lebens ihre volle Entwickelung erlangen. Nach der Zeit ihrer Markbekleidung treten diese Systeme in folgender Ordnung auf: 1) Fasern der Kleinhirnseitenstrangbahn des Rückenmarks; 2) Fasern, die aus dem gleichseitigen Nucleus funic. cuneati entstammen; 3) solche aus dem gleichseitigen Nucleus lateralis; 4) Fasern, die als Fibrae arcuatae anteriores et posteriores externae aus beiden Nucl. funic. gracilis austreten, und 5) aus der contralateralen unteren Olive.

Die Fasern der Kleinhirnseitenstrangbahn (*fc* Fig. 1, Taf. XX) erscheinen bereits bei Foeten von ca. 25 cm Länge markhaltig, wo noch alle aus dem Nucl. funic. cuneati in die Olivenzwischenschicht und den Strickkörper eintretenden Fasern, sowohl als der anderen zum Bestand des letzteren gehörigen Bündel vollkommen marklos sind. Bei der Untersuchung von Gehirnquerschnitten aus dieser Periode finden wir, dass in der Höhe des Acusticus der markhaltige Abschnitt des Strickkörpers, der ungefähr den mittleren Theil des vollständig entwickelten einnimmt, noch äusserst geringe Dimensionen besitzt und nur zerstreut liegende zarte markhaltige Fasern enthält. An einer ununterbrochenen Querschnittreihe kann man sich leicht überzeugen, dass diese Fasern die unmittelbare Fortsetzung der directen Kleinhirnseitenstrangbahn repräsentiren. Ihrer Gestalt nach hat die markhaltige Portion des Strickkörpers in diesem Alter an Querschnitten noch nicht die Form eines Halbmondes oder Kommas, wie späterhin, sondern sie erscheint mehr elliptisch.

An Foeten von ca. 26—28 cm Länge ist der markhaltige Abschnitt des Corpus restiforme bereits mehr verlängert, vorzüglich in der Richtung nach aufwärts, obgleich er noch immer nicht in Gestalt eines compacten Bündels erscheint, sondern durch eingestreute marklose Fasern zerklüftet ist. An einer ununterbrochenen Querschnittreihe aus dem verlängerten Marke constatirt man, dass der bezeichnete Zuwachs des primären Strickkörpers durch Fasern geschieht, die aus dem gleichseitigen Nucl. funic. cuneati stammen (*fapc* Fig. 1, Taf. XX). Dieselben treten in der Höhe der oberen Abschnitte dieses Kerns bogenförmig an der Peripherie des verlängerten Markes aus (Edinger's Fibrae arcuatae poster.) und, indem sie der vorn aufsteigenden Kleinhirnseitenstrangbahn begegnen, legen sie sich dorsal von letzteren; im Strickkörper selbst liegen sie zum Theil dorsal von den Fasern desselben, zum Theil vermischt mit ihnen.

Gleichzeitig mit den aus dem Nucl. funic. cuneati zum Strickkörper ziehenden Fasern entwickeln sich auch andere, die aus dem nämlichen Kern entspringen, und deshalb finden wir in Gehirnen dieses Alters eben-

falls denjenigen Theil der Olivenzwischen- und Schleifenschicht markhaltig, der aus der Fortsetzung des Keilstranges zum Gehirn besteht.[1]

Eine weitere Vermehrung markhaltiger Fasern im Strickkörper lässt sich an Gehirnen von ca 30—33 cm langen Foeten constatiren. Dieselbe kommt durch aus dem gleichseitigen Kern des Seitenstrangs aufsteigende Fasern zu Stande (*fnl* Figg. 1 und 2, Taf. XX), deren Existenz noch vor Kurzem von Vejas durch die Methode der Atrophie nachgewiesen wurde. In der Höhe des Acusticus nehmen diese Fasern den untersten Theil des in seiner Entwickelung begriffenen Strickkörpers ein; zum Theil jedoch vermischen sie sich wahrscheinlich mit den Fasern der Kleinhirnseitenstrangbahn. Durch diese Zumischung von später sich entwickelnden, aus den Kernen des Keil- und Seitenstrangs stammenden Fasern zu dem Bündel der Kleinhirnseitenstrangbahn, erhält die markhaltige Portion des Strickkörpers in diesem Alter bereits die Gestalt eines compacten Bündels und nähert sich der Form einer leicht nach innen gebogenen Klammer.

Einen ferneren beträchtlichen Zuwachs markhaltiger Fasern bezieht der Strickkörper bei Foeten von ca. 38—40 cm. In dieser Entwickelungsperiode erscheinen bereits alle Fasern markhaltig, die aus den Nucl. funic. gracil. zur Olivenzwischenschicht ziehen, und ihre Fortsetzungen in der Schleifenschicht, sowohl als auch die Fibrae arcuatae anteriores. Indem letztere aus der Olivenzwischenschicht nach vorn treten und die Pyramide zum Theil von aussen umbiegen, zum Theil zwischen deren Fasern hindurch oder im Raum zwischen Pyramide und Olive verlaufen, sammeln sie sich an der Peripherie des verlängerten Markes am äusseren Rand der unteren Olive zu einem Bündel, welches zum Corpus restiforme aufsteigt (*faa* Fig. 2, Taf. XX).

Dass diese Fasern, die Edinger aus den Kernen der contralateralen Hinterstränge austreten liess, in der That nur aus dem Kern des contralateralen zarten Stranges (und nicht des Keilstranges) stammen, lässt sich nicht bezweifeln, wenn man die Ergebnisse der Entwickelungsmethode berücksichtigt. Als Beweis dafür dient einerseits der Umstand, dass diese Fasern sich gleichzeitig mit anderen, aus den Kernen der zarten Stränge in die Olivenzwischen- und Schleifenschicht eintretenden entwickeln, und viel später, als die aus den Kernen der Keilstränge entspringenden; andererseits die Thatsache, dass man bei gelungener Schnittrichtung an Praeparaten von ca. 40 cm langen Foeten diese Fasern fast in ihrem ganzen Verlauf verfolgen kann — vom Kern des zarten Stranges durch die Olivenzwischenschicht und Pyramide bis zur Peripherie des verlängerten Markes,

---

[1] Bechterew, Untersuchungen über die Schleifenschicht. *Berichte der math.-phys. Classe der königl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.* 4. Mai 1885.

wo sie die zum Strickkörper aufsteigenden sogen. Fibrae arc. anteriores bilden.

Abgesehen von letzteren entspringen aus dem Nucl. funic. gracilis, wie ich mich überzeugen konnte, auch Fasern, die zu gleichseitigen Fibrae arcuatae poster. externae werden (*fapg* Fig. 1, Taf. XX). Dieselben lagern sich, zusammen mit den aus dem Nucl. funic. cuneati entstammenden Fasern an der hinteren äusseren Peripherie des verlängerten Markes und treten dann in das gleichseitige Corpus restiforme ein.

Im Strickkörper liegen die aus dem sowohl gleichseitigen, als contralateralen Nucl. funic. gracilis stammenden Fasern zum Theil ventralwärts von den markhaltigen Fasern desselben, zum Theil nach innen von ihnen. wodurch die markhaltige Portion des Corpus restiforme bei ca. 40^{cm} langen Foeten anstatt der früheren Gestalt einer Klammer eine halbmondförmige annimmt.[1]

Am Ende des Foetallebens schliesslich beginnen die Fasern der unteren Oliven sich mit Markscheiden zu umhüllen, die im Strickkörper sowohl ausser-, als auch innerhalb der markhaltigen Portion des Corp. restiforme früherer Altersperioden gelegen sind. Diese Fasern entspringen — wie bereits durch Meynert's Untersuchungen erwiesen wurde — in der contralateralen unteren Olive; doch bilden sie nicht eine Fortsetzung der Hinterstränge des Rückenmarkes zum Kleinhirn, wie Meynert, Wernicke u. A. annahmen. Als Fortsetzung derselben ist, wie ich bereits im vorigen Jahre nachgewiesen, ein besonderes Bündel der Haube zu betrachten, welches ich centrale Haubenbahn benannt habe.[2] Letztere bildet also zusammen mit den von den Oliven zum Kleinhirn ziehenden Fasern ein System, welches dasselbe mit der Basis des grossen Gehirns durch die unteren Oliven verbindet.

Weder die Formatio reticularis, noch die Pyramiden des verlängerten Markes, haben — den Angaben einiger Forscher entgegen — irgend eine Beziehung zum Bestand des Strickkörpers. Ebensowenig senden Acusticus oder Trigeminus Fasern zum Corpus restiforme, wie Edinger behauptet.

Der Hörnerv steht, wie ich in einer meiner früheren Publicationen gezeigt habe, mit dem Kleinhirn vermittelst eines besonderen Bündels in Verbindung, welcher im inneren Abschnitt des Kleinhirnstiels aufsteigt (*fna* Fig. 3, Taf. XX);[3]

[1] Die aus den Nucl. funic. gracil. stammenden Fasern unterscheiden sich in diesem Alter deutlich von den anderen markhaltigen des Strickkörpers durch ihr bedeutend feineres Kaliber.

[2] Bechterew, Ueber eine bisher unbekannte Verbindung der grossen Oliven mit dem Grosshirn. *Neurologisches Centralblatt.* 1885. Nr. 9.

[3] Bechterew, Ueber die innere Abtheilung des Strickkörpers und den achten Hirnnerven. *Ebenda.* 1885. Nr. 7.

der Trigeminus dagegen hat überhaupt keine Beziehung zum Kleinhirn. Nur eine seiner Wurzeln entspringt in einer besonderen Gruppe grosser Zellen, die sich am äusseren Rande des vorderen oder oberen Gebietes der Rautengrube befindet, unmittelbar nach innen von den Fasern des Bindearms und in der Nachbarschaft der Rinde des Unterwurms.[1]

Es ist von hohem Interesse in gleicher Weise den weiteren Verlauf der Fasern des Strickkörpers innerhalb des Kleinhirns zu verfolgen. An einer ununterbrochenen Querschnittreihe aus foetalen Gehirnen verschiedener Altersperioden ist dies nicht nur vollkommen möglich, sondern die Aufgabe wird noch dadurch erleichtert, dass bis zum Abschluss des intrauterinen Lebens die Hemisphaeren des Kleinhirns mit Ausnahme der aus dem Strickkörper stammenden Bündel nur aus marklosen Fasern bestehen; nur in seinem mittleren Gebiete enthält das foetale Kleinhirn eine geringe Menge markhaltiger Bündel (zwei zum inneren Abschnitt des unteren Kleinhirnstiels und zwei zum Bindearm gehörig).[2]

Vergleichung von Querschnitten aus dem Kleinhirn mitsammt dem verlängerten Marke[3] von Foeten der früher angegebenen Altersperioden lehrt, dass das Corpus restiforme im Kleinhirn in Gestalt dreier gut differencirter Bündel sich vertheilt.

Das erste (*fcr* Fig. 3, Taf. XX) enthält drei Fasersysteme: 1) aus der Kleinhirnseitenstrangbahn, 2) aus dem Nucl. funic. cuneati und 3) aus dem Kern des Seitenstrangs. Alle diese Fasern, die den markhaltigen Theil des Strickkörpers bei nicht über 38^{cm} langen Foeten ausmachen, verlaufen im Kleinhirn in Gestalt eines compacten Bündels, das in schräger Richtung vor- und aufwärts steigt. Das Corpus dentatum hinter sich lassend, gelangt dieses Bündel zuletzt zur Rinde der vorderen Portion des Oberwurms an der nämlichen Seite und endigt hier, indem es einen Theil seiner Fasern zur

[1] S. meine Mittheilung in der St. Petersburger psychiatrischen Gesellschaft 1885; referirt im *Centralblatt für Nervenheilkunde* und *Neurologischeu Centralblatt*. 1885. Nr. 11. Für eine zum Kleinhirn aufsteigende Trigeminuswurzel hielten die Autoren wahrscheinlich das Bündel, welches den Stilling'schen Dachkern mit den oberen Oliven verbindet (*fos* Fig. 3, Taf. XX); dasselbe umbiegt in seinem Verlaufe allerdings den sensiblen Trigeminuskern von aussen, ohne jedoch mit ihm in thatsächlicher Verbindung zu stehen.

[2] Ueber die gesonderten Bündel im vorderen Kleinhirnstiel vergl. meine Mittheilung in der St. Petersburger psychiatrischen Gesellschaft 1885, refer. im *Centralblatt für Nervenheilkunde*. Vergl. auch meinen Artikel: Zur Anatomie der Schenkel des Kleinhirns, insbesondere der Brückenarme. *Neurologisches Centralblatt*. 1885. Nr. 6. Anmerkung auf S. 125. Ueber die Vertheilung der Fasern des vorderen Schenkels innerhalb des Kleinhirns werde ich in Bälde besondere Mittheilung machen.

[3] Die Schnitte wurden stets aus dem ganzen Gehirn gefertigt, ohne vorherige Abtrennung des Kleinhirns von der Medulla oblongata.

Rinde des contralateralen Oberwurms sendet. Uebrigens erscheint diejenige Portion dieses Bündels, welche in der grossen vorderen Commissur des Kleinhirns zur anderen Seite zieht, an Schnitten von nicht über 26—28 ^{cm} langen Foeten noch marklos.

In Anbetracht dessen glaube ich schliessen zu dürfen, dass die in der Rinde des contralateralen Oberwurms endigenden Fasern des in Rede stehenden Bündels aus dem Kern des Seitenstranges stammen, während die Fasern der directen Kleinhirnseitenstrangbahn und die aus dem Nucl. funic. cuneati entspringenden im vorderen Gebiet des gleichseitigen Oberwurms endigen.[1]

Das zweite, die Fortsetzung des Strickkörpers im Kleinhirn bildende Bündel ist aus Fasern zusammengesetzt, die den Nucl. funic. gracilis entstammen (*ffg* Fig. 3, Taf. XX). Sie lassen sich am besten an Gehirnen von ca. 36—44 ^{cm} langen Foeten verfolgen; nach ihrem Austritt aus dem Strickkörper und nach Trennung vom vorigen Bündel biegen sie etwas nach aussen ab und steigen dann in Gestalt eines compacten Bündels zum Oberwurm auf. In diesem Verlaufe umringen sie bogenförmig den vorderen Theil des Corp. dentatum und vertheilen sich dann im mittleren Gebiet des gleichseitigen Oberarms.

Als drittes Bündel endlich, welches die Fortsetzung des Strickkörpers im Kleinhirn repraesentirt, erscheinen die Fasern der unteren Oliven (*foi* Fig. 3, Taf. XX). Sie verlaufen in Gestalt eines Bündels, das im Kleinhirn zwischen beiden vorigen, zum Theil hinter ihnen sich lagert, und zerstreuen sich dann in der grauen Substanz des Corp. dentatum; ein Theil der Fasern dieses Bündels zieht übrigens vielleicht unmittelbar zur Rinde der Kleinhirnhemisphaeren.

Die Vertheilung der aus den unteren Oliven stammenden Fasern im Kleinhirn lässt sich am besten in der letzten Periode des intrauterinen Lebens untersuchen, wo die Fasern beider voriger Bündel bereits vollständig entwickelt erscheinen, während diejenigen der Oliven erst dann mit Mark sich zu umhüllen beginnen und deshalb eine noch sehr zarte Markscheide besitzen.

[1] In völliger Uebereinstimmung mit dieser Voraussetzung stehen die Ergebnisse der Untersuchung v. Monakow's, der vermittelst der Methode der Atrophie die Verbindung der directen Kleinhirnstrangbahn mit der Rinde des gleichseitigen Oberwurms nachwies (Monakow, Experimenteller Beitrag zur Kenntniss des Corp. restiforme, des „äusseren Acusticuskerns" und deren Beziehungen zum Kleinhirn. *Archiv für Psychiatrie.* Bd. XIV.)

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XX.)

Fig. 1. Unterer Theil der Medulla oblongata eines menschlichen Foetus von 38 cm Länge. *n XII* — N. hypoglossi; *fs* — Fasciculus solitarius; *nfg* — N. funiculi gracilis; *fapg* — Fasern vom N. funic. gracilis zum Corp. restiforme; *nfc* — N. fun. cuneiformis; *fapc* — Fasern vom N. fun. cuneif. zum Corp. restiforme; V — aufsteigende Trigeminuswurzel; *fnl* — Fasern vom N. lateralis (Seitenstrangskern) zum Corp. restiforme; *fc* — die zum Corp. restiforme aufsteigenden Fasern der Kleinhirnseitenstrangbahn; *nl* — N. lateralis; *fcl* — die zur oberen Olive aufsteigenden Fasern der Seitenstranggrundbündel; *oi* — Olive inf.

Fig. 2. Oberer Theil der Medulla oblongata eines menschlichen Foetus von 38 cm Länge. *n XII* — N. hypoglossi; *fs* — Fasciculus solitarius; *fap* — Fasern vom Hinterstrangskerne zum Corp. restiforme; *cr* — Corp. restiforme; V — aufsteigende Trigeminuswurzel; *fnl* — Fasern vom N. lateralis zum Corp. restiforme; *faa* — Fasern vom gegenüberliegenden Kern des Fun. gracilis (fibrae arc. ext. anter.); *fcl* — die zur oberen Olive aufsteigenden Fasern der Seitenstrangsgrundbündel; *oi* — Olive inferior; *p* — Pyramis.

Fig. 3. Oberer Theil der Medulla oblongata mit sammt dem Kleinhirn eines menschlichen Foetus von 44 cm Länge. *cd* — Corpus dentatum; *cm* — embolus (Pfropf); *ng* — Nucl. globosus; *nt* — Dachkern; *fng* — Fasern vom Nucl. globosus zur Rinde des Kleinhirns, und *fnt.* — Fasern vom Dachkern zur Wurmrinde (eigene Beobachtung); *pra* — Fasern der Bindearme; *fos* — Bündel von der oberen Olive zum Dachkern; *fna* — Fasern von von mir beschriebenem Kerne des N. acustici (*N. VIII*) zum Nucl. globosus und Pfropf (s. *Neurologisches Centralblatt.* 1885. Nr. 7); *fcr* — Fasern des Corp. restiforme, welche die Fortsetzung der Kleinhirnseitenstrangbahn und der Fasern vom Nucl. fun. cuneiforme und vom Nucl. lateralis zum Kleinhirn ausmachen; *ffg* — Fasern des Corp. restiforme von gegenüberliegenden N. fun. gracilis aus (Fortsetzung der Fibrae arc. ext. anteriores der Medulla oblongata); *foi* — Feld der aus den unteren Oliven stammenden und noch marklosen Fasern; V — aufsteigende Trigeminuswurzel; *os* — obere Olive; *fct* — transversale Fasern des Corp. trapezoidei; *l* — Schleifenschicht; *oi* — untere Olive; *fcl* — die zur oberen Olive aufsteigenden Fasern der Seitenstrangsgrundbündel; *na VIII* — Nucl. anterior acustici (nach Meynert); *fa VIII* — vordere Wurzel des N. acustici; *fls* — hintere Längsbündel; *VI* — N. abducens; *VII* — N. facialis.

Ueber die mesodermfreie Stelle in der Keimscheibe des Hühnerembryos.

Von

Edvard Ravn
in Kopenhagen.

(Hierzu Taf. XXI.)

Die Keimscheibe eines Hühnerembryos von ungefähr 27 Stunden besteht in ihrem vorderen Theile nur aus Ectoderm und Entoderm, während sich im mittleren und hinteren Theile alle drei Keimblätter finden. Die vordere Grenze des Mesoderms ist in der Mitte der Grund der vorderen Grenzrinne von His, zu den beiden Seiten eine Linie, die sich von hier aus lateralwärts bis in die Area opaca erstreckt. Diese Linie sieht man sehr deutlich an Embryonen von dem erwähnten Alter; sie ist abgebildet in mehreren Figuren der Taf. XII zu His' *Untersuchungen über die erste Entwickelung des Hühnchens im Ei*, namentlich in den Figg. 14, 15 und 16. Auch an Quer- und Sagittalschnitten überzeugt man sich leicht davon, dass das Mesoderm nicht den vorderen Rand der Area pellucida erreicht, so dass die ganze vordere Abtheilung derselben nur aus den beiden äusseren Keimblättern besteht. In Fig. 1 der hierzugehörigen Taf. XXI gebe ich eine Abbildung von einem Sagittalschnitte durch einen Embryo von 27 Stunden; nur der vordere Theil des Embryos nebst dem davor liegenden Theile der Area pellucida ist dargstellt. Der Schnitt ist etwas links von der Medianebene gelegt (durch die Parietalzone des Embryos). Man sieht vorn (in der Figur rechts) den Keimwall, dahinter die vordere Zone der Area pellucida, nur aus Ecto- und Entoderm bestehend, und endlich in der hinteren Hälfte der Figur (links) das Mesoderm zwischen diesen beiden Blättern eingeschoben. Dieses mittlere Keimblatt ist schon in Haut- und Darmfaserplatte gespaltet; diese Platten ver-

einigen sich am vorderen Rande des Mesoderm, wo die Pleuroperitonäalhöhle (*cpp*) also vorn abgeschlossen ist.

Im Laufe des zweiten Tages wächst das Mesoderm vorwärts, indem es zwischen Ectoderm und Entoderm in den Theil der Keimscheibe vordringt, der früher nur aus diesen zwei Blättern bestand; aber das Wachsthum ist nicht gleichmässig längs des ganzen vorderen Randes des Mesoderms; am schnellsten schiebt sich dieser Rand vorwärts im seitlichen Theile der Area pellucida und in der Area opaca, weniger schnell mehr medianwärts, und in der Mitte der Keimscheibe, vor dem Kopfe des Embryos, verändert er seinen Platz gar nicht, sondern liegt nach wie vor im Grunde der vorderen Grenzrinne. Um die Mitte der zweiten Hälfte des zweiten Tages (42 Stunden) stellt also der ganze vordere Rand des mittleren Keimblattes nicht, wie am Anfange dieses Tages, eine gerade transverselle Linie dar, sondern eine nach vorn concave oder eine gebrochene Linie, deren mittlerer transversaler Theil in der Tiefe der vorderen Grenzrinne liegt, und deren Seitentheile sich von da nach vorn und lateralwärts bis in die Area opaca erstrecken. Flächenbilder von diesem Stadium sieht man bei His (a. a. O.) Taf. XII, Figg. 17 und 18. Die mesodermfreie Stelle der Keimscheibe ist jetzt besser abgegrenzt wie früher; sie ist dreiseitig: die nach vorn gekehrte Basis des Dreiecks wird von der Grenze zwischen Area pellucida und opaca gebildet; die Seitenränder sind die seitlichen Abtheilungen der Vordergrenze des Mesoderms, und die abgestutzte Spitze ist der Grund der vorderen Grenzrinne. Der hintere Theil wird von dem freien abgeschnürten Theile des Kopfes bedeckt. Diese mesodermfreie Stelle, die ich, um ihr einen kurzen Namen zu geben, „Proamnion“ heissen werde, nach dem Beispiele von v. Beneden und Julin, welche die entsprechende Stelle der Kaninchenkeimscheibe mit diesem Namen belegt haben,[1] ist zu dieser Zeit identisch mit den vereinigten Kopfkappe und Kopfscheide von v. Baer, welche Bildungen noch nicht ihre volle Entwickelung erreicht haben. v. Baer's „Kappen“ und „Scheiden“ entstehen bekanntlich folgendermaassen: im Laufe des zweiten Tages fängt der Embryo an, gewissermaassen etwas in die Dotterhöhle einzusinken, zuerst mit dem Kopfe, der sich um diese Zeit zu flectiren beginnt, und später mit dem übrigen Leibe, so dass er nach vollendetem Einsinken in einer tellerförmig vertieften Grube an der Oberfläche des Dotters zu liegen kommt, deren Ränder sich von vorn und von den Seiten und später auch von hinten etwas über die Dorsalfläche des Embryos hinüberschieben, ehe sie sich unter spitzwinkeliger Umbiegung in den flach ausgebreiteten Theil der Keimscheibe fortsetzen. Weil die Pleuroperitonäal-

[1] Sur les annexes foetales des mammifères (lapin et chiroptère) in *Archives de biologie* 1884.

höhle schon früher vorhanden ist, als das Einsinken des Embryos in die Dotterhöhle anfängt, ist natürlich die tellerförmige Grube von Anfang an in zwei Schichten zerlegt, eine dorsale, aus Ectoderm und Hautplatte des Mesoderm, und eine ventrale, aus Entoderm und Darmfaserplatte bestehend. Letztere ist v. Baer's „Kappe"; sie geht vom Darmnabel aus und setzt sich am erwähnten Umbeugungswinkel in den übrigen Theil des Bodens der Pleuroperitonäalhöhle fort; erstere ist v. Baer's „Scheide", geht vom Hautnabel aus und setzt sich am Umbeugungswinkel ebenso in das Dach des peripheren Theiles der Pleuroperitonäalhöhle fort. Anfangs sind beide Schichten mit einander ganz parallel; später schiebt sich der Umbeugungswinkel der dorsalen Schicht immer schneller über die Dorsalfläche des Embryo hinüber, wodurch er sich von demjenigen der ventralen Schicht entfernt, welcher letzterer Winkel sich dagegen bald wieder abzuflachen anfängt. So wird die dorsale Schicht der tellerförmigen Grube zum Amnion, das sich am Umbeugungswinkel, der Amnionfalte, in die seröse Membran fortsetzt. Die verschiedenen Regionen der Kappe und Scheide nennt v. Baer Kopf-, Seiten- und Schwanzkappe und -Scheide. Dieselben Bildungen sind übrigens schon von C. Fr. Wolff beschrieben; sein „falsches Amnion" ist ganz dasselbe wie v. Baers „Kappe"; die dorsale Schicht der tellerförmig vertieften Grube, v. Baer's „Scheide" oder das spätere Amnion, nennt er „das wahre Amnion". v. Baer schildert nun die Vorgänge in der Keimscheibe am Vorderende des Embryos so, als träte hier eine Spaltung in Kopfkappe und Kopfscheide eben so früh oder schon früher ein als in den übrigen Theilen der Keimscheibe, und er erwähnt überhaupt nicht eine mesodermfreie Stelle. His, in dem oben angeführten Werke, und Kölliker, in der Entwickelungsgeschichte 2. Aufl., gedenken dagegen einer solchen Stelle; hiervon sagt Kölliker: „vor dem Kopfende des Embryos, woselbst in der Area pellucida eine Fortsetzung des mittleren Keimblattes des Embryos fehlt, besteht die Amnionscheide ursprünglich nur aus dem Hornblatte; doch wäre es möglich, dass hier später auch eine Mesodermlage aufträte, wie dies auch bei der Kopfkappe der Fall zu sein scheint" (S. 188). Von diesem Satze bekommt man leicht die Vorstellung, dass die mesodermfreie Partie der Keimscheibe sich früh in eine dorsale und eine ventrale Schicht spalte, nur aus bez. Ectoderm und Entoderm bestehend, und dass dann später eine Lage Mesoderm an der ventralen Fläche der dorsalen Schicht und eine andere an der dorsalen Fläche der ventralen hervorwachse.

So verhält sich die Sache indessen nicht. Zwar sieht man an Schnitten durch die mesodermfreie Stelle, das Proamnion, junger Embryonen, bis in den zweiten Tag hinein, dass hier das Ectoderm vom Entoderm sich abgehoben hat (siehe Fig. 1), später findet man aber immer, so lange das Proamnion besteht, dessen beide Blätter innig verklebt, wie dies die Fig. 2 zeigt, welche

einen Querschnitt durch die Keimscheibe eines Embryos von 42 Stunden, in der Gegend vor dem Kopfe, darstellt. *pr* ist hier das mesodermfreie Proamnion; zu den beiden Seiten desselben weichen das Ectoderm und Entoderm (in dieser und den folgenden Figuren bez. roth und blau gezeichnet) auseinander und machen dem Mesoderm (schwarz) Platz, das durch die Pleuroperitonäalhöhle, *cpp*, die hier natürlich zweimal getroffen ist, in seine beiden Schichten gespaltet ist. Diese letzteren sind am lateralen, wie am hinteren Rande des Proamnion mit einander verbunden, und die Pleuroperitonäalhöhle folglich auch hier geschlossen. Ob nun die erwähnte Spaltung der mesodermfreien Partie in früheren Stadien eine natürliche oder eine durch die Reagentien bewirkte sei, wage ich nicht zu entscheiden; jedenfalls muss aber die Verbindung des Ectoderms mit dem Entoderm innerhalb der mesodermfreien Stelle in früherer Zeit eine viel lossere sein, als in späterer.

In der Folge wächst nun das Mesoderm weiter vorwärts, das heisst: ebenso wie früher geht das Wachsthum schnell vor sich im vorderen lateralen Theile, mehr medianwärts ist er langsamer, und im mittleren Theile überschreitet das Mesoderm gar nicht den Grund der vorderen Grenzrinne. Daraus folgt, dass die vorderen lateralen Partieen, indem sie der vorderen Begrenzung der Area pellucida folgen, sich wie zwei Hörner gestalten müssen, die sich mit ihren vorderen abgerundeten Spitzen einander entgegen neigen. Bald kommen diese zur Berührung und die vorderen Ausläufer der beiderseitigen Pleuroperitonäalhöhlen sind dann eine kurze Zeit nur durch eine doppelte Schicht Mesoderm von einander geschieden; nach kurzer Zeit aber schwindet diese Scheidewand, und die beiderseitigen Höhlen communiciren jetzt vor dem vorderen Rande des Proamnion. Das Stadium, in welchem die Mesodermhörner noch nicht vereinigt sind, zeigt His Taf. XII, Fig. 19, und endlich das letzte nach der Vereinigung Fig. 20. Jetzt zeigt sich also das Proamnion als eine durchscheinende Stelle der gefässhaltigen Area pellucida vor dem Kopfe des Embryos; die Form desselben ist elliptisch mit dem längsten Diameter von vorn nach hinten, seine vordere Grenze befindet sich etwas rückwärts von der vorderen Grenze der Area pellucida, und seine hintere ist noch immer die tiefste Stelle der vorderen Grenzrinne. Die seitlichen Ränder oder die medialen Ränder der Mesodermhörner sind medianwärts concav. Allenthalben grenzt das Proamnion an die Pleuroperitonäalhöhle: zu den beiden Seiten nämlich an den medialen Rand der Höhle der Mesodermhörner, vorn an den hinteren Rand der vorderen Communication und hinten an den vorderen Rand der mittleren Communication oder der Herzhöhle. Während nämlich die beschriebenen Vorgänge sich vollzogen haben, hat sich mittlerweile auch der Vorderdarm eine Strecke weit nach hinten geschlossen, das Herz ist gebildet worden, und dessen ventrales (unteres) Gekröse ist schon im Ventrikeltheil

verschwunden, so dass jetzt, am Schlusse des zweiten Tages, bekanntlich die beiderseitigen Pleuroperitonäalhöhlen ventralwärts vom ventriculus cordis mit einander communiciren. Diese mittlere Communication (ich nenne sie mittlere, weil ja auch eine hintere existirt, nämlich hinter dem Schwanzende des Embryos) ist die Herzhöhle. Ein Sagittalschnitt durch einen Embryo von dem erwähnten Alter ungefähr durch die Medianebene, Fig. 3. zeigt also ventralwärts vom freien vorderen Ende des Kopfes das Proamnion, *pr*, oder die vereinigten Kopfkappe und Kopfscheide; vorn (in der Figur rechts) weichen das Ecto- und Entoderm aus einander und geben dem Mesoderm Platz, das hier die vordere Communication der beiderseitigen Pleuroperitonäalhöhlen, *cpp 1*, enthält. Hinten (links) weichen sie ebenso aus einander; hier aber geht das Entoderm weiter als ventrale Schicht der ventralen Wand der Herzhöhle, *cpp 2*; das Ectoderm dagegen biegt dorsalwärts um und zieht nach vorne, eine kurze Strecke ebenso wie das Entoderm in der ventralen Wand der Herzhöhle, dann als Ectoderm der ventralen Fläche des Kopfes. Verfolgt man die zu beiden Seiten der Medianebene gelegenen Sagittalschnitte, so sieht man, dass die vordere und hintere Grenze des Proamnion sich einander mehr und mehr nähern, je weiter lateralwärts man kommt, bis sie sich endlich vereinigen. Dann verschmilzt natürlich *cpp 1* mit *cpp 2*, und die folgenden Schnitte fallen nun ausserhalb der lateralen Begrenzung des Proamnion. Querschnitte durch einen Embryo desselben Entwickelungsstadiums vervollständigen das Bild des Proamnion in seiner grössten Ausbildung. Ein solcher Schnitt ganz vorn, durch die Höhle *cpp 1* in Fig. 3, vor dem vorderen Ende des Kopfes würde natürlich die Pleuroperitonäalhöhle nur einmal treffen, nämlich in der vorderen Communication; weiter hinten wie Fig. 4*a*, die einen Querschnitt darstellt, ungefähr entsprechend dem Pfeile 3 in Fig. 3 (ein wenig hinter dem vorderen Ende des Vorderdarmes), trifft der Schnitt die Pleuroperitonäalhöhle zweimal, nämlich entsprechend den beiden mehrmals erwähnten Mesodermhörnern; zwischen diesen liegt das Proamnion *pr* ventralwärts vom Kopfe. Die Abbildung *b* derselben Figur entspricht dem Pfeile 2 in Fig. 3, gerade am vorderen Ende der sogenannten Herzhöhle und an der Stelle, wo der freie Theil des Kopfes in den nicht freien übergeht. Fig. 4*c* entspricht dem Pfeile 1 und zeigt ventralwärts vom Herzen einen in dorso-ventraler Richtung comprimirten Ring von Ectoderm zwischen Darmfaserplatte und Entoderm der Keimscheibe eingeschlossen. Das Lumen dieses Ringes ist, wie sich von selbst versteht, der Querschnitt des hinteren Endes des flachen Raumes, dessen untere Wand das Proamnion, *pr*, ist, während die obere Wand hinten von der ventralen Wand der Herzhöhle gebildet wird, vorn von der ventralen Fläche des Kopfes. Dass dieser Raum hinten einen allseitig geschlossenen Querschnitt darstellt, kommt

natürlich daher, dass das Proamnion sich in der Mittellinie weiter rückwärts erstreckt als an den beiden Seiten, oder mit anderen Worten, dass seine hintere Begrenzung einen spitzen Bogen mit nach vorn gekehrter Concavität darstellt. Vorn dagegen fehlt diesem Raume eine dorsale Wand zu den beiden Seiten des Kopfes, Fig. 4 *a*; der Uebergang von dem geschlossenen zum offenen Theile geschieht so, dass das dorsale Ectodermblatt von Fig. 4 *c* sich mit dem seitlichen Ectoderm des Kopfes verbindet, während das ventrale Blatt seitwärts in das Ectoderm der dorsalen Wand der beiden Pleuroperitonäalhöhlen-Abtheilungen übergeht, Fig. 4 *b*. In Fig. 4 sieht man allenthalben die dorsale Wand dieser Höhle in eine Falte, *pa*, gehoben; diese ist die Amnionfalte, und die beiderseitigen Falten vereinigen sich vor dem vorderen Rande des Proamnion durch eine bogenförmige, nach vorn convexe Falte, dessen Durchschnitt, in Fig. 3 *pa* abgebildet ist. Durch Hebung dieser Falte wird selbstverständlich eine periphere, mesodermbekleidete Partie der Kopfscheide gebildet, die nicht mit der Kopfkappe verwachsen ist, während dagegen diese letztere in ihrer ganzen Ausdehnung noch immer mit der grösseren centralen Partie der Kopfscheide verwachsen ist. Das Proamnion ist also jetzt identisch mit der ganzen Kopfkappe, die mit dem centralen Theile der Kopfscheide verwachsen ist. Indem sich nun das Amnion in der bekannten Weise mehr und mehr von vorn über den Kopf schiebt, bildet sich eine Höhle aus, die den freien Abschnitt des Kopfes enthält und deren Boden vom Proamnion gebildet wird; man kann sie Proamnionhöhle nennen, wenn man nur erinnert, dass sie identisch mit der vorderen Abtheilung der späteren Amnionhöhle ist. Sein hinteres Ende, dessen Querschnitt wir in Fig. 4 *c* sahen, stellt dann gewissermaassen einen blindsackförmigen Anhang dieser Höhle dar.

Im Laufe des dritten Tages treten folgende Veränderungen ein: Die Flexion des Kopfes, die schon am zweiten Tage angefangen hat, schreitet fort; die vordere Abteilung des Kopfes kommt unter rechtem Winkel mit dem übrigen Theile zu liegen; später wird die Flexion des Kopfes noch vollständiger, so dass der vordere Theil ventralwärts vom mittleren und hinteren zu liegen kommt; die Kopfspitze sieht dann direkt nach hinten, und wenn diese Spitze sich in dieser Richtung verlängert, wird es ganz natürlich sein, dass sie in den Blindsack des Proamnion hineindringt. Gleichzeitig hat sich der Schluss des Amnion vorn vollzogen. Die Querschnitte Fig. 5 *a*, *b* und *c* von einem Embryo von $2\,^1/_2$ Tagen werden nach diesem leicht verständlich sein: *c* geht durch die mittlere Gegend des Herzens und zeigt den Blindsack, ventralwärts vom Proamnion *pr* begrenzt. Zu seinen beiden Seiten sieht man den Querschnitt der Vena vitellina ant., *vva*; die Amnionfalten, *pa*, haben sich einander über den Rücken des Embryos genähert und sind im Verschmelzen. Dieser Schnitt

entspricht ganz Fig. 4 *e*. In *b*, durch den vorderen Theil des Herzens, sieht man ganz dasselbe, nur schliesst der Blindsack die Spitze des Kopfes ein über *pr*. Endlich in *a*, in der Gegend vor dem Herzen, ist die Bauchwand geschlossen (oder, was dasselbe ist, der Schnitt geht durch den freien Theil des Kopfes); der Blindsack und die Proamnionhöhle sind verschmolzen, das Amnion steht nicht länger in Verbindung mit dem Körper des Embryos und hat sich auch von der serösen Membran, *ms*, geschieden. Auch dieser Schnitt entspricht ganz demjenigen von Fig. 4 *a*, wenn man hier die beiden Amnionfalten *pa* dorsalwärts über den Kopf führen und vereinigen. Die Schnitte, die den Uebergang zwischen Fig. 5 *b* und *a* zeigen, sind der Fig. 4 *b* ganz ähnlich. — Ich bemerke, dass während in den vorigen Figuren auch das Ecto- und Entoderm des Embryos bez. roth und blau angegeben ist, habe ich in dieser und in der folgenden Figur diese Farben auf das Ecto- und Entoderm der foetalen Adnexen beschränkt.

Im Anfange des dritten Tages hat nun auch das Proamnion angefangen sich zu verkleinern, und nach wenigen Stunden ist es auf einen kleinen Rest reducirt. Die Verkleinerung geht so vor sich, dass seine lateralen Ränder sich einander nähern, während sein vorderer und hinterer Rand nicht dasselbe zu thun scheinen. Es wird also schmäler, aber nicht kürzer. Während am Schlusse des zweiten Tages der laterale Rand des Proamnion und derjenige der Kopfkappe, wie oben erwähnt, identisch waren, schiebt sich vom Anfange des dritten Tages die Uebergangsfalte von Darmfaserplatte zur Hautplatte, die in Fig. 4 mit x bezeichnet ist, immer mehr in das Gebiet der Kopfkappe hinein, indem sie zwischen Ectoderm und Entoderm des Proamnion medianwärts hervorrückt. Dadurch verschmälert sich das Proamnion im Verhältniss zur Kopfkappe, und in der oben beschriebenen Fig. 5 sieht man daher diese Falte x eine gute Strecke medianwärts von dem noch stumpfen Umbeugungswinkel zwischen der Kopfkappe und dem Boden des peripheren Theils der Pleuroperitonäalhöhle gelegen. Die erwähnte Falte rückt derjenigen der anderen Seite immer näher, bis sie ihr endlich in der Mittellinie der Kopfkappe begegnet.

Nach der Begegnung ist selbstverständlich das Proamnion ganz und gar verschwunden, indem es jetzt nicht mehr eine mesodermfreie Stelle der Keimscheibe giebt, aber aus den erwähnten Falten geht ein zweiblättriges Gekröse hervor, das die beiden Pleuroperitonäalhöhlen-Abtheilungen ventralwärts vom Kopfe von einander scheiden. Dieses Gekröse, aus zwei Schichten Mesoderm bestehend, ist sagittal gestellt, seine Höhe (in dorsoventraler Richtung) ist äusserst gering; sein dorsaler Rand ist an die ventrale Fläche der Kopfscheide (im hintersten Theil natürlich an den Blindsack), sein ventraler Rand an die Kopfkappe angewachsen, sein vorderer Rand ist frei und sieht in die vordere Communication der beiderseitigen

Pleuroperitonäalhöhlen, sein hinterer Rand ist ebenfalls frei und sieht in die Herzhöhle. Man kann sich ein Bild von einem Sagittalschnitte dieses Gekröses vorstellen, wenn man sich in Fig. 3 die rothe und blaue Linie des *pr* etwas von einander entfernt denkt und dazwischen eine dicke schwarze Linie eingeschoben, die das Mesoderm von cpp^1 und cpp^2 verbindet. Ein Querschnitt von dem Gekröse ist in Fig. 6 von einem Embryo von 68 Stunden abgebildet; es liegt über *pr*. Zu beiden Seiten von seinem Ursprunge sieht man die Venae vitellinae anteriores, die also mit der Mesodermfalte medianwärts gerückt sind. Dieser Schnitt entspricht in der Serie Fig. 5 einem Schnitte ungefähr mitten zwischen *a* und *b*; man sieht die Verbindung zwischen der Höhle des Blindsacks, die die Kopfspitze enthält, und dem übrigen Theile der Amnion- (oder Proamnion-) Höhle ganz wie in Fig. 4 *b* und *a*; einige Schnitte weiter vorn wird man die Verbindung mit der Amnionhöhle auch an der anderen (linken) Seite (die in Fig. 6 nach unten gegen die Keimscheibe sieht) treffen; dann ist die Brustbauchwand geschlossen und die folgenden Schnitte nach vorn zeigen dasselbe Bild wie Fig. 5a, ausgenommen natürlich die Veränderungen an dem Proamnion.

Von dem weiteren Schicksale des Gekröses ist nur zu sagen, dass es einige Tage bestehen bleibt, dann zerreisst es allmählich in seiner ganzen Länge; somit ist also jede Spur des Proamnion verschwunden, und das Amnion geht jetzt überall vom Rande des Hautnabels aus.

Ich habe nur noch eine Bemerkung über den Blindsack der Proamnionhöhle beizufügen. Dieser ist nur, wie es hoffentlich nach dem Vorstehenden verständlich ist, eine nach hinten gekehrte und in der Medianebene gelegene Ausstülpung desjenigen Theiles der Amnionhöhle, den ich Proamnionhöhle genannt habe. Er ist Anfangs, ebenso wie diese Höhle, ventralwärts vom Proamnion begrenzt, später besteht seine ventrale Wand aus Ectoderm und Mesoderm wie das übrige Amnion, hängt aber durch ein Gekröse mit der Kopfkappe zusammen. Allmählich wie die Brust-Bauchwand sich verschliesst, wächst der Blindsack nach hinten, das heisst: die Stelle, wo in Fig. 3 das Ectoderm des Proamnion hinten wieder nach vorn in die ventrale Wand der Herzhöhle umbiegt (ein wenig links vom Pfeile 1), rückt allmählich weiter nach hinten zwischen Entoderm und Darmfaserplatte des hinteren Theiles der Herzhöhle. Wenn das hintere Ende des Blindsackes in der Gegend der Leber angelangt ist, ist es an eine Stelle gekommen, wo der geschlossene Vorderdarm längere Zeit mit der Keimscheibe verbunden bleibt, man wird daher den Durchschnitt des Blindsackes im Grunde des ventralen Lebergekröses liegen sehen, wie in Fig. 7 von einem Embryo von 75 Stunden. Die dorsale Wand des Blindsackes ist identisch mit der medianen Partie der späteren, definitiven Brust-Bauch-

wand, und man kann daher sagen, dass der Verschluss dieser Wand in der Medianebene stets etwas weiter vorgeschritten ist als lateralwärts von dieser Ebene, oder mit anderen Worten, dass die Figur, die die zwei unteren Parietalfalten, durch deren Vereinigung der Verschluss des Bauches zu Stande kommt, mit einander bilden, nicht etwa eine solche ist: ∧, sondern eine solche: M. Wenn das hintere Ende des Blindsackes rückwärts von der Leber angelangt ist, verschwindet indessen dieser Sack allmählich, indem er nicht so schnell sich nach hinten verlängert, als er nach vorn in die allgemeine Amnionhöhle aufgenommen wird.

— — —

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XXI.)

pr = Proamnion.
cpp = Cavum pleuro-peritonäale.
pa = Plica amnii.
vva = Vena vitellina anterior.
ms = Membrana serosa.

Fig. 1. Sagittalschnitt vom vorderen Theile eines Embryos von 27 Stunden, etwas links von der Medianebene. Ueber dem Keimwall (rechts) hat sich das Ectoderm etwas vom Entoderm entfernt.

Fig. 2. Querschnitt der Keimscheibe vor dem Kopfe eines Embryos von 42 Stunden.

Fig. 3. Sagittalschnitt vom vorderen Theile eines Embryos vom Schlusse des zweiten Tages.

Fig. 4. Drei Querschnitte durch den Kopf eines Embryos von demselben Alter.

Fig. 5. Drei Querschnitte durch den Kopf eines Embryos von $2^1/_2$ Tagen.

Fig. 6. Querschnitt durch den Kopf eines Embryos von 68 Stunden.

Fig. 7. Querschnitt durch die Lebergegend eines Embryos von 75 Stunden.

Ueber den Sinus praecervicalis und über die Thymusanlage.

Von

W. His.

(Hierzu Taf. XXII.)

Zur nachfolgenden Notiz bin ich durch eine im nächsten Heft *dieses Archives* zum Abdruck gelangende Arbeit von Hrn. Franklin P. Mall aus Baltimore veranlasst worden. Hr. Mall hatte hatte im vorigen Sommer eine in der hiesigen anatomischen Anstalt durch mehr als Jahresfrist durchgeführte Untersuchung über die Producte der Kiemenbogen und Kiemenspalten des Hühnchens abgeschlossen. Dabei war er u. A. gleich Born, Froriep und neuerdings de Meuron dahin geführt worden, die epitheliale Thymus vom Entoderm der dritten Schlundtasche abzuleiten. Seine für das Hühnchen gewonnenen Ergebnisse standen also in vollem Widerspruch mit denen, die ich am menschlichen Embryo bekommen hatte. Eine nochmalige gemeinsame Durchprüfung der auf die Thymus bezüglichen Beobachtungen Mall's ist durch dessen unerwartet rasche Heimreise verhindert worden, und unter den Umständen habe ich mich veranlasst gesehen, meine Auffassung von der Thymusbildung noch etwas eingehender zu begründen, als dies in der Anatomie menschlicher Embryonen (III. S. 103 ff.) geschehen ist.

Sinus praecervicalis. Mit diesem Namen habe ich die Bucht bezeichnet, welche beim menschlichen Embryo gegen Ende des ersten Monats in dem Winkel hinter dem zweiten Schlundbogen, vor der seitlichen Halswand und über der primären Brustwand auftritt. Der Sinus entsteht dadurch, dass der vierte und der dritte Visceralbogen in die Tiefe rücken und einestheils vom vorspringenden Rande des zweiten Visceralbogens, anderentheils von der Seitenwand des Halses überdeckt werden. Mit Beginn des zweiten

Monats ist die Ueberwachsung vollendet und der zweite Bogen berührt nunmehr unmittelbar die seitliche Wand des Halses. Die Ueberwachsung der Bucht ist in verschiedenen Tafeln meiner *Anatomie menschlicher Embryonen* dargestellt (Taf. I, Figg. 1 u. 2. Taf. XIII, Figg. 4 u. 5). Ein besonders instructives Bild gewährt einer meiner neueren Embryonen (Br_3), von dem ich in Fig. 1 die betreffende Strecke abbilde. Bei diesem 6·9^{mm} langen Embryo erscheint die Bucht als eine tiefe Einsenkung, in deren Grund der dritte und der vierte Visceralbogen ein Stück weit sichtbar sind. Die Form des Grubeneinganges ist die eines Dreieckes mit unterer Basis und oberer Spitze; nach vorn begrenzt ihn der übergebogene Rand des zweiten Visceralbogens (der Kiemendeckel der Autoren), unten liegt die Wand der primären Brusthöhle, dorsalwärts die Seitenwand des Halses.[1] Die letztere bildet einen den Grubenrand überwölbenden Wulst, in dessen Innerem die Ganglien von den Nn. glossopharyngeus und vagus eingeschlossen sind. Die beiden Schnitte Fig. 2 *a* und *b* sind annähernd senkrecht zur Basis des oben beschriebenen Dreiecks geführt. Fig. 2 *a* zeigt den vom Schnitt gestreiften zweiten und den dritten, Fig. 2 *b* den dritten und vierten Visceralbogen. Beide Schnitte zeigen den Grund des Sinus praecervicalis in mehrere Rinnen gespalten und dessen zwei tiefste Ausläufer umfassen beiderseits den vierten Bogen. Diesen ectodermal ausgekleideten Rinnen kommen die entodermalen Schlundtaschen 2, 3 und 4 von Innen[2] her entgegen; an den Stellen grösster Annäherung schiebt sich eine zweischichtige Verschlussplatte zwischen die beiderseitig sich entgegenkommenden Spalten.

Indem die Ränder des Sinus praecervicalis sich entgegenrücken, wird der tiefere Theil desselben vom Eingang mehr und mehr geschieden. Letzterer wird zu einem oberflächlich sich öffnenden Trichter, der tiefere Theil des Raumes dagegen zu einer in mehrere Spalten auslaufenden Bucht mit klaffender Lichtung und mit stark verdickter Epithelwand. Ich habe in Fig. 72 meines grossen Werkes (*An. m. Em.* III. S. 108) ein Praeparat vom Embryo S_1 abgebildet, bei welchem der Eingangstrichter des Sinus und der tiefere Theil desselben zwar nicht mehr offen communiciren, wohl aber durch einen dünnen Gewebsstreifen noch mit einander verbunden sind. (Denselben Schnitt in etwas grösserem Massstabe zeigt auch Fig. 5 *a* Taf. 2.

[1] Correcter gesprochen noch die Seitenwand des embryonalen Hinterkopfes. Da indessen der betreffende Wandabschnitt in der Folge in den Hals einbezogen wird, so gebe ich der letzteren Bezeichnung als der verständlicheren den Vorzug.

[2] Fol und neuerdings sein Schüler de Meuron haben den Versuch gemacht, den dauernden Verschluss der Spalten in Zweifel zu setzen. Mir scheint dieser Punkt kaum mehr der Discussion fähig und ich kann mir nur denken, dass schlechte Materialconservirung den Grund zum negativen Ergebniss der beiden Untersucher gebildet hat. de Meuron, *Recherches sur le developpement du thymus etc.* Genf 1886. S. 78.

Aehnliche Verhältnisse fand ich bei Embryo *N* (10·9 mm Nl.), der S_1 in seiner Entwickelung auch sonst sehr nahe steht. Bei beiden Embryonen ist die epitheliale Verbindung zwischen dem Eingangstrichter und dem Grund des Sinus praecervicalis unterbrochen, dagegen bezeichnet eine doppelte Strasse abgeplatteter Zellen den Verlauf der früheren Spaltenwand und bei *S* zeigt der tieferliegende Epithelkörper einen langen, nach Aussen sich zuspitzenden hohlen Fortsatz als Rest der früheren Verbindung (Fig. 5 *a*)

Eine noch offene, aber sehr enge Communication zeigt der Fig. 3 abgebildete Durchschnitt durch den Embryo *Br* (dessen Profil in der *An. m. Em.* Taf. XIII, Fig. 6 steht). Der Embryo war seiner Zeit beim Einschmelzen in Seife stark zusammengeschrumpft und ich habe daher seine Schnitte niemals eingehend durchgearbeitet. Für die vorliegende Frage entnehmen wir dem Fig. 3 gezeichneten Schnitt die Thatsache, dass ganz nahe am Kehlkopfeingange eine in mehrere Rinnen auslaufende und von Epithel ausgekleidete Spalte liegt, welche durch einen engen Gang bis zur Oberfläche reicht und hier hinter dem zweiten Schlundbogen sich öffnet. Der tiefste Ausläufer der Spalte liegt vor dem N. vagus und vor dem an dessen lateraler Seite befindlichen N. hypoglossus. In Betreff einer zweiten im Gewebe sichtbaren Spalte lasse ich unentschieden, ob sie aus einer inneren Schlundtasche hervorgegangen ist, oder ob auch sie zum Systeme des Sinus praecervicalis mit hinzugehört. Ich vermuthe nach Richtung und Lagerungsweise, dass wir es bei diesem von Epithel ausgekleideten Raum mit der dritten äusseren Spalte zu thun haben.

Besonders instructive und klare Verhältnisse zeigen sich bei einem 10 mm langen Embryo, der in meinem Register als *Jen.* verzeichnet ist, und den ich seiner zweifelhaften Abstammung halber von einer Benutzung bei meinen bisherigen Publicationen gleichfalls ausgeschlossen habe. Ich habe denselben vor sechs Jahren von Hrn. Prof. Schwalbe, damals in Jena, bekommen. Das Praeparat, auf das ich zuerst grosse Hoffnung gesetzt hatte, war, wie sich nachträglich herausstellte, als menschlich nicht genügend beglaubigt, und seine Form wich von derjenigen gleichgrosser menschlicher Embryonen in manchen nicht unwesentlichen Punkten ab. Jedenfalls handelt es sich um einen Säugethierembryo, und das ist für unsere Discussion genügend. Der abgebildete Schnitt Fig. 4 zeigt zu innerst die breite Pharynxhöhle, sowie den von einem Stücke Epiglottis überlagerten Kehlkopfeingang. Die Pharynxhöhle verlängert sich jederseits in die zweite, dritte und vierte Schlundtasche, von denen die letzteren beiden lateralwärts von den Plicae aryepiglotticae liegen. Nicht ohne Interesse ist die Andeutung einer medialwärts von fünften Aortenbogen gelegenen fünften Schlundtasche, die mit Mall's Fossa subbranchialis übereinstimmt. Von der Aussenfläche her sind der zweite und der dritte Visceralbogen zu-

gänglich, ersterer ist über den dritten Bogen klappenartig zurückgeschoben. Dieser deckt wieder zum Theile den vierten Bogen zu. Die hinteren drei Viertel des letzteren sind aber von der nach vorn sich lagernden Wand des Halses umgriffen und diese ist dem hinteren Rande des dritten Bogens bis auf geringen Abstand entgegengerückt. Auch sind an der engsten Stelle die einander zugekehrten Epithelflächen mit einander verschmolzen. Der Sinus praecervicalis zerfällt somit, auf dem Durchschnitt gesehen, in einen abgeschlossenen tiefen und in einen offenen oberflächlichen Abschnitt, den Fundus praecervicalis und das Infundibulum praecervicale. Dem offenen Abschnitt gehört noch die zweite Spalte an, wogegen der tiefe Abschnitt in die dritte und vierte Rinne ausläuft und dem vierten Bogen sich anlagert. Die epitheliale Trennung des tiefen Abschnittes der Halsbucht von oberflächlichen geht, wie dies Praeparat zeigt, der völligen Trennung des Grubeneinganges vom Grubengrunde voraus. Die letztere führt, wie aus den oben beschriebenen Befunden bei den Embryonen *N* u. *S* gefolgert werden muss, zu einer Zerreissung des früher vorhandenen Epithelrohres und statt eines zusammenhängenden Epithelstieles erhalten sich bloss zwei mit ihren Spitzen sich entgegengekehrte Epitheltrichter.

Der epitheliale Hohlkörper an der Aussenseite des vierten und zum Theil noch des dritten Visceralbogens ist die Thymusanlage, und als solche ist er durch die weiteren Entwickelungsstufen hindurch zu verfolgen. Ich hatte früher (a. a. O. S. 104) angenommen, dass das Epithel der zweiten Spalte an der Thymusbildung Theil nimmt, bei der nochmaligen Erwägung der Verhältnisse kommt mir dies nicht mehr zulässig vor. Die zweite Spalte fällt, wie die Vergleichung der verschiedenen Figuren zeigt, weiter lateralwärts, als der oben beschriebene, so scharf sich umgrenzende Hohlkörper. Letzterer ist, wie ich nicht bezweifeln kann, identisch mit den Gebilden, welche andere Autoren als Thymusanlage angesehen haben. Die von verschiedenen Autoren hervorgehobene dreieckige Form, sowie die Lage, lateralwärts vom vierten Aortenbogen, erscheinen dafür als bezeichnende Charactere. Wenn nun mit Born die Beobachter bis jetzt Alle dahin übereinkommen, jene Anlage von der dritten Schlundtasche abzuleiten, so ist der Grund dieses Missverständnisses unschwer zu verstehen. Eine schmale Epithelbrücke scheidet den Sinus praecervicalis von der dritten Schlundtasche, und die Ableitung der Thymusanlage von der letzteren muss besonders verlockend erscheinen, sobald die so frühzeitig vor sich gehende Trennung zwischen dem Eingange und dem Grund des Sinus praecervical erfolgt ist. Vergleicht man übrigens mit meiner Fig. 4 die Fig. 22 in der Abhandlung von de Meuron, so sieht man, dass die dasselbst gegebene Ableitung der Schafsthymus von der dritten Schlundtasche auf anfechtbaren Füssen steht, denn der als Thy-

mus bezeichnete Schlitz steht in de Meuron's Zeichnung mit der nach innen sich öffnenden Tasche keineswegs in offener Verbindung, sondern er ist durch eine ansehnliche Epithelbrücke davon geschieden. Ebenso ist bei der von ihrem Autor für beweisend erachteten Fig. 24 von Fischelis[1] eine breite compacte Masse zwischen Thymusanlage und Schlundtasche eingeschaltet und ähnliches gilt von den Figg. II 4, III 3 u. III 4 von Froriep.[2]

Gehen wir bei Fig. 5 nochmals die Topographie der Theile durch, so haben wir in der Mittellinie die Epiglottis und den Kehlkopfeingang. Letzterer wird von zwei Gewebsplatten eingeschlossen, welche wir nach ihrer Hauptbedeutung als Plicae aryepiglotticae bezeichnen. Dann folgt eine enge, in die vierte Schlundtasche auslaufende Spalte, deren Lage dem späteren Sinus pyriformis entspricht. Sie ist zugleich der Ort, von dem aus die seitliche Anlage der Schilddrüse ausgeht.[3] Der lateralwärts davon kommende vierte Visceralbogen ist der Träger des N. laryngeus superior und in ihm bildet sich späterhin der Schildknorpel aus. Erst nach aussen davon liegt jener Epithelkörper, den ich aus dem Grunde des Sinus praecervicalis abgeleitet und für die Anlage der Thymus erklärt habe. Wenn meine Auffassung richtig ist, so wird demnach der obere Theil der Thymusanlage lateralwärts vom N. laryngeus superior, hinter und unter dem N. glossopharyngeus und vor dem Hauptstamm des N. vagus sowie vor der V. jugularis liegen und die Carotis wird sich medialwärts davon befinden. Dies ist die Stellung, welche das von mir als Thymus angesprochene Gebilde auch bei dem Fig. 5 *a* gezeichneten Schnitte von Embryo S_1 zeigt.

Der Schluss des Sinus praecervicalis vollzieht sich bei menschlichen Embryonen von 10 bis 11 ^{mm} Nl. Von da ab sind die Anlagen der Thymus und der Schilddrüse durch ihre Lagerung so bestimmt characterisirt, dass deren Erkenntniss keine ernstlichen Schwierigkeiten mehr bereitet, wie denn die Deutung der auf dem Schnitte sichtbaren Zellencomplexe bei Stieda und bei Fischelis von meiner eigenen nicht abweicht. Bei den Embryonen *N*, *S* und *Sch* ($4^1/_2$ bis 5 Wochen) bildet die Thymusanlage einen länglichen Zellenstreifen, welcher mit etwas verdicktem Anfangstheile in der Höhe des Kehlkopfeinganges beginnt und von da aus bis in den oberen Theil des Brustraumes herabreicht. Der Frontalschnitt von Embryo *Sch* Fig. 6 zeigt die Thymusanlage in einem grossen Theile ihrer Länge, jedoch ohne das untere, in die nach vorn liegenden Schnitte fallende

---

[1] *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. XXV. Taf. XIV und Text. S. 434.

[2] *Dies Archiv.* 1885. Taf. II—III.

[3] In der anatomischen Schuldarstellung kann man die Schilddrüse als ein Organ beschreiben, das ursprünglich drei Ausführungsgänge besessen, aber diese frühzeitig eingebüsst hat. Der mittlere Gang öffnete sich am Foramen coecum, die beiden seitlich neben den Plicae aryepiglotticae vor den zwei Sinus pyriformes.

Ende. Ihr oberes Ende stösst an die Nn. vagus und Hypoglossus an, es überragt die beiden Anlagen der Schilddrüse und ist von ihnen durch die Carotis geschieden. Die Thymus ist zur Zeit noch hohl und ihre Wand zeigt einen in die Lichtung vorspringenden rundlichen Wulst, der in den Schnitten verschiedener Stufen in characteristischer Weise wiederkehrt (man vergl. z. B. Fig. 5 *b*, die einen Schnitt durch die Thymus von Embryo *S* darstellt). Querschnitte durch den oberen Theil des Organes zeigen demnach eine halbmondförmige Lichtung und wir erkennen darin die Form des Fundus praecervicalis wieder, durch dessen Abschnürung die Thymusanlage entstanden ist. Der Schluss der Thymuslichtung vollzieht sich gegen Ende des zweiten Monates. Von den beiden Schilddrüsenanlagen bleibt die seitliche länger hohl, als die mittlere, letztere ist schon bei Embryo *Sch* compact und besteht aus mehreren zum Theil von einander getrennten Zellenstreifen.

Die Reste des äusseren Verbindungsstieles der Thymusanlage inseriren sich, so lange sie überhaupt erkennbar sind (bei *N* und bei *S*) nahe an deren oberem Ende. Unterhalb der Insertionsstelle des Stieles kreuzt der N. hypoglossus bez. dessen R. lingualis die Thymus. Anfangs hinter dieser liegend, rückt der Stamm lateralwärts davon nach vorn, um die Zunge zu erreichen, während sein Ramus descendens die Drüse eine Strecke weit nach abwärts begleitet, indem er gleichfalls deren lateralem Rande folgt (Fig. 6). Wenn der Kopf des Embryo sich aufrichtet, wird die Thymus in die Länge gestreckt, ein Vorgang der in innigem Connex steht mit der gleichzeitig erfolgenden Streckung der Luft- und der Speiseröhre, der Verlängerung der Carotis communis und dem Abwärtsrücken der unteren Aortenbogen.

Ich fasse noch einmal meine Ergebnisse zusammen: dadurch, dass die hinteren Visceralbogen in die Tiefe gedrängt werden, entsteht eine zu den Spalten 2, 3 und 4 hinführende Bucht, der Sinus praecervicalis. Der Grund dieser Bucht (Fundus praecervicalis) umgreift als gekrümmte Spalte den vierten Visceralbogen und bleibt von der dritten Schlundtasche nur durch die dünne Verschlussplatte geschieden. Auch an die vierte Schlundtasche rückt er nahe heran, obwohl hier die zwischenliegende Platte niemals so dünn wird, wie im Bereiche der dritten Tasche. Der Fundus praecervicalis trennt sich als selbständiger Raum ab und seine Auskleidung bildet einen epithelialen Hohlkörper, von mehr oder minder halbmondförmigem Querschnitt. Dieser Körper ist die Anlage der primären oder epithelialen Thymus. Er streckt sich bei zunehmender Ausbildung des Halses in die Länge und sein unteres Ende, das von Anfang ab den unteren Aortenbogen nahe lag, behält seine Stellung in deren Nähe bei und erfährt zugleich mit den grossen Gefässstämmen eine Verschiebung nach abwärts.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XXII.)

A b Arteria basilaris.
As Aorta.
Ap. Art. pulmonalis.
Brh. Brusthöhle.
C. Carotis.
D. t. Ductus thyreoglossus.
Ep. Epiglottis.
G. j. Ganglion jugulare.
G. n. Ganglion nodosum.
Kk. Kehlkopfraum.
Mh. Mundhöhle.
m. S. mittlere Schilddrüsenanlage.
N. l. Nervus laryngeus sup.
N. l. i. Nervus laryngeus inferior.
O. Ohröffnung.
Oe. Oesophagus.
Ok. Oberkiefer.
P. a. Plica aryepiglottica.
Ph. Pharynx.
R. erste Rippe.
s. Hw. seitliche Halswand.
S. pr. Sinus praecervicalis.
s. S. seitliche Schilddrüsenanlage.
Th. epitheliale Thymusanlage.
r. Truncus pulmonalis.
Uk. Unterkiefer.
V. j. Vena jugularis.
2 a. äussere Visceralspalte.
3.u. 4. innere Schlundtaschen.
II—IV. Visceralbogen bez. deren Aortenbogen.
V. Fünfter Aortenbogen.
9. N. glossopharyngeus.
10. N. vagus und seine Ganglien.
11. N. accessorius.
12. N. hypoglossus.
12.-l. Ramus ling. N. hypoglossi.
12.-d. Ramus descendens N. hypoglossi.

Fig. 1. Kopf von Embryo Br_3. Vergrösserung 15. Der Sinus praecervicalis erscheint als dreieckige Grube hinter dem zweiten Visceralbogen, vor der seitlichen Hals- und über der oberen Brustwand.

Fig. 2a und 2b. Durchschnitt durch den Embryo Br_3 annähernd senkrecht zur Basis des oben erwähnten Dreiecks. 2a zeigt den zweiten und dritten, 2b den dritten und vierten Visceralbogen.

Fig. 3. Durchschnitt durch den Sinus praecervicalis von Embryo Br_1 *Anatomie menschlicher Embryonen.* Taf. XIII, Fig. 6). Der Sinus ist noch von Aussen her zugänglich, sein dem vierten Spalt angehöriger Grund läuft vor dem N. vagus aus.

Fig. 4. Durchschnitt durch den Embryo *Jcn.* Der Grund des Sinus praecervicalis hat sich von dem Eingangstheil dadurch geschieden, dass auf der Grenze beider eine epitheliale Verlöthung eingetreten ist.

Figg. 5 und 6. Thymusanlage von Embryo *S.* Vergrösserung 40.

Fig. 5a zeigt noch die Reste des Verbindungsstieles. Die Lage der Thymusanlage entspricht der Lage des Fundus praecervicalis, vor dem N. vagus, lateralwarts vom N. laryngeus sup. und hinter der Carotis.

Fig. 5b zeigt dieselbe Anlage $0 \cdot 1^{mm}$ höher oben, mit der charakteristischen Form der Lichtung und dem wulstigen Vorsprung der Wand.

Fig. 6. Frontalschnitt durch den Embryo *Sch.* Vergrösserung 40. Die Thymusanlage ist vom Schnitt in einem grösseren Theil ihrer Länge getroffen, sie ist noch hohl und zeigt in ihrem oberen verdickten Ende einen in die Lichtung vorspringenden Epithelwulst. Die beiden Schilddrüsenanlagen sind vom unteren Theil der Thymusanlage durch die Carotis geschieden Die seitliche Anlage ist noch hohl, die mittlere dagegen erscheint als ein compacter Zellenstreifen.

Nachtrag zur vorstehenden Abhandlung.

Von

W. His.

Die Herausgabe obiger Notiz, die ich vor 4 Monaten, zugleich mit dem Aufsatze des Hrn. Mall, zum Druck abgeliefert hatte, ist erheblich verzögert worden. Mittlerweile hat Prof. Rabl in Prag einen Vortrag über die Bildungsgeschichte des Halses gehalten,[1] worin er den Ergebnissen früher von mir publicirter Arbeiten in auffallend schroffem Tone entgegengetreten ist. Es erwächst mir dadurch die Aufgabe, verschiedene von den angefochtenen Punkten einer erneuten Besprechung zu unterziehen.

1. Rabl reiht sich den Forschern an, welche der Thymus einen entodermalen Ursprung von der dritten Kiementasche zuschreiben, und er erklärt meine Angabe von der ectodermalen Herkunft des Organes als einen „einfachen Beobachtungsfehler". Die Antwort hierauf liegt in meiner obigen Notiz.

2. Rabl nimmt Aergerniss an der Bezeichnung eines Sinus praecervicalis. Durch dieses Wort werde die Ansicht ausgedrückt, dass die Grube vor dem Hals liege, während sie nahe an dessen hinterer Grenze, zwischen Hals und Brust sich befinde. Hierbei constatire ich zunächst, dass, während ich meinerseits die Ausdrücke „hinten" und „vorn" als gleichbedeutend mit „dorsal" und „ventral" brauche, Rabl dieselben in dem Sinn von „aboral" und „oral" anwendet, mit welcher Verwechselung natürlich das Wort „praecervical" einen ganz anderen Sinn, als den von mir gegebenen bekommt. Darüber, dass der Sinus praecervicalis im vorderen, d. h. in dem vom Nacken abgekehrten Halsgebiete liegt, wird man billiger Weise nicht zu streiten brauchen.

Das Missverständniss von Rabl geht aber noch weiter; während sich nämlich meine Angaben in Betreff des Sinus praecervicalis auf Embryonen einer ganz bestimmten Entwickelungsstufe beziehen, auf die Stufe von circa

[1] Abgedruckt in der *Prager medicinischen Wochenschrift.* 1886. Nr. 52.

4—$4^1/_2$ Wochen, überträgt sie Rabl ohne Weiteres auf die viel späteren Perioden mit frei entwickeltem Halse. Nun existirt, so lange der Sinus vorhanden ist, noch gar keine vordere Halswand, auch zeigen meine Darstellungen, übereinstimmend mit Rabl's eigener Abbildung, dass bei Embryonen der bezeichneten Stufe der Sinus praecervicalis den dreieckigen Raum einnimmt zwischen dem Rand des 2. Visceralbogens, der seitlichen Hals- und der oberen Brustwand.[1] Die Aussagen, dass derselbe an den Kopf, und diejenige, dass er an die Brust stosse, stehen somit nicht im Widerspruch zu einander, da beides zugleich der Fall ist. Eine nahe Beziehung zur Brusthöhle (Parietalhöhle) ergiebt sich übrigens auch daraus, dass der 3. und der 4. Aortenbogen aus dem in der letzteren liegenden Truncus in die den Grund des Sinus bildenden Visceralbogen einzutreten haben.

Nachdem der Sinus sich geschlossen hat, kann man nicht mehr von einem solchen sprechen, und so habe ich es auch unterlassen, dessen Ort nach erfolgtem Freiwerden des Halses bestimmen zu wollen. Die in seiner Umgebung liegenden Theile erfahren jedenfalls bei der Streckung des Halses starke gegenseitige Verschiebungen. Während z. B. die Zungenwurzel und der Kehlkopf bez. die Nn. glossopharyngeus und laryngeus superior im oberen Halsgebiete liegen bleiben, rücken die zugehörigen Arterien stark nach abwärts und senken sich zum Theil sogar in den Brustraum ein. Der zuletzt sich schliessende Eingangstrichter des Sinus entspricht nach meiner Erfahrung nicht dem tiefsten Theil der Grube, sondern einem höher gelegenen Abschnitt; sein Stiel wird vom Hypoglossusbogen umgriffen und bei Embryo S_1 liegt er etwa in mittlerer Ohrhöhe (An. m. Emb. III. Fig. 71 u. 72). Wie weit sich die Stelle des einstmaligen Trichtereinganges beim Menschen verschiebt, das wage ich nicht festzustellen, da ich bis jetzt keine sicheren Anhaltspunkte dafür habe. Der Umstand, dass der Eingang von Halsfisteln oftmals sehr weit unten gelegen ist, gestattet nicht ohne Weiteres, ein secundäres Herabdrücken der normalen Verschlussöffnung anzunehmen, weil gerade solche Fälle aus Störungen der normalen Schlussweise hervorgegangen sind.

3. Wie Dursy, so lässt auch Rabl die Ueberdeckung des dritten und vierten Visceralbogens ausschliesslich durch den sogenannten Kiemendeckel d. h. durch den hervortretenden Rand des zweiten Visceralbogens geschehen. Beim Hühnchen erreicht dieser Theil eine sehr bedeutende Entwickelung, und sein unterer Saum bildet am Hals, nachdem dieser frei geworden ist, eine besondere Leiste, die mit der der anderen Seite in der Mittellinie zusammentrifft. Beschreibung und Abbildungen des Hrn. Mall[2] geben über

[1] Neben den Figuren der grossen Tafeln vergleiche man auch die Textfigur 70, S. 106 im III. Heft meiner *Anatomie menschlicher Embryonen.*

[2] *Dies Archiv.* 1887. S. 8 u. 9 und Taf. I, Figg. 3 bis 10.

diese Leiste sehr eingehende Auskunft. Dieselbe legt sich beim 6 tägigen Hühnchen nach Art eines Hufeisens über den unteren Halstheil und ist dabei ebensoweit vom Kiefer, als von der Brust entfernt.

So wichtig nun die angegebene Thatsache ist, so kann sie denn doch nicht unmittelbar auf die Säugethiere und speciell auf den Menschen übertragen werden, indem bei diesen die Entwickelung eines Kiemendeckels sehr rudimentär bleibt. Auch beweisen alle meine Durchschnitte übereinstimmend, dass hier der Verschluss des Sinus praecervicalis nicht ausschliesslich vom zweiten Visceralbogen aus vor sich geht, sondern dass die Seitenwand des Halses (die Retrobranchialleiste) und zum Theil sogar die Brustwand den Sinus überwölben und mit einschliessen helfen (Taf. XII, Fig. 3 und 4 und Anat. m. Emb. Taf. II. Fig. 44—46 und Taf. V. Fig. 65—67).

Vom Rindsembryo sagt Dursy, dass der Kiemendeckel bei seinem Herabrücken sämmtliche Schlundspalten verschliesst und mit den dazwischen liegenden Bogen verschmilzt.[1] Ich möchte glauben, dass hier ein Irrthum vorliegt; beim Menschen kommt der also beschriebene Schlussmodus entschieden nicht vor. Hier schliesst sich der Grund des Sinus praecervicalis d. h. der den vierten Bogen umgreifende Raum (die 3. und 4. Spalte) zunächst durch das Zusammentreffen des 3. Bogenwulstes mit der seitlichen Halswand (Retrobranchialleiste) und erst nachher tritt der Rand des 2. Bogens mit der letzteren in Verbindung, niemals berührt der zweite Bogen den vierten (Figg. 3 und 4 der Tafel und *An. m. Emb.* Taf. I.* Fig. 2).

Eine mediane Begegnung der beiderseitigen zweiten Bogenwülste erfolgt innerlich bei Bildung der Zungenwurzel, äusserlich dagegegen lässt sich eine solche beim Menschen nicht zur Anschauung bringen. Die Zeichnungen meines Atlas (*An. m. Emb.* Fig. 7—9) ergeben, dass die Wülste äusserlich von einander getrennt bleiben und dass ein aus der primären Brustwand ableitbares Zwischenfeld den trennenden Raum einnimmt.[2]

4) Die in einem kleinen Aufsatze des *Anatomischen Anzeigers* (Nr. 1. S. 22) behandelte Retromandibularbucht giebt Rabl Anlass zu einer ganzen Reihe von tadelnden Bemerkungen. Als einem nicht mehr ganz jugendlichen Anatomen wird man mir zwar wohl zutrauen, dass ich nicht, wie Rabl voraussetzt, die die Parotis aufnehmende Grube entdeckt zu haben beanspruche; immerhin ist es richtig, dass ich dafür einen besonderen Namen vorgeschlagen habe. Im Anschluss an die Terminologie der vergleichenden Knochenlehre, welche die Worte Maxilla und Mandibula in getrenntem Sinne benutzt, habe ich das eindeutige Wort Retromandibularbucht, statt des

[1] *Entwickelungsgeschichte des Kopfes.* S. 114.

[2] Dies Feld entstammt natürlich, wie der obere Theil des Herzens selbst, dem Metamerengebiet des embryonalen Hinterkopfes.

von Rabl bevorzugten einer Retromaxillargrube gebraucht. Ich glaube dies verantworten zu können, denn es bedarf nur eines Blickes in einige unserer neueren topographisch-anatomischen Handbücher, um sich zu überzeugen, dass für die fragliche Gegend die Namengebung nicht so feststeht, wie man aus Rabl's Bemerkungen erschliessen sollte. Hyrtl[1] spricht von einer Ohrspeicheldrüsengegend, Henke[2] von der zwischen Unterkiefer und Wirbelsäule liegenden, die Parotis umschliessenden Furche, die Bezeichnung einer Fossa retromaxillaris für diese Grube gebraucht Keiner von beiden Autoren. Im angegebenen Sinne findet sich bei Luschka[3] der Name, allein derselbe kehrt mit einer ganz anderen Bedeutung bei Rüdinger[4] wieder, indem dieser Anatom als Regio retromaxillaris die Gegend bezeichnet, die von den Mm. pterioidei eingenommen und welche von der A. maxillaris int. mit Blut versorgt wird.

Mein Aufsatz über die Retromandibularbucht hatte den Zweck auf deren bis dahin wenig beachtete embryologische Beziehungen hinzuweisen. Es wurde gezeigt, wie die Verschiebungen, welche die Visceralbogen gegen einander erfahren, ihren bleibenden Ausdruck in der Lagerung der Theile an der Schädelbasis finden, und im Besonderen wurde die Abdrängung der Gebilde des dritten und vierten Visceralbogens von der Oberfläche hervorgehoben und die eigenthümliche Stellung des N. auricularis Vagi als Verbindungsbahn der drei hinteren Visceralbogennerven. Die Thatsache, dass derselbe Grundvorgang, welcher die Bildung des Sinus praecervicalis eingeleitet hat, auch die definitive Lagerung der aus den Bogen hervorgegangenen Theile bestimmt, liegt, meine ich, klar genug vor Augen und dazu stehe ich. Wenn dagegen Rabl behauptet, ich suche die Retromandibularbucht vom Sinus praecervicalis abzuleiten, so interpretirt er in meine Schriften herein, was nicht darin enthalten ist. Der Sinus praecervicalis ist, ich wiederhole dies, eine transitorische Bildung, deren Reconstruction beim Erwachsenen ich nicht unternommen habe.

5. Die Frage nach dem primitiven Ort des M. sternocleido-mastoideus ist jedenfalls eine von den wichtigsten für das Verständniss der vorderen Halsgegend. Froriep, welcher zuerst Angaben darüber gemacht hat,[5] bezeichnet als Kopfnickerwulst die hinter dem Sinus praecervicalis schräg ansteigende, in der Verlängerung der Wolff'schen gelegene Leiste (meine

---

[1] Hyrtl, *Topographische Anatomie.* 7. Aufl. I. S. 381. Bei der äusserlichen Betrachtung des Halses erwähnt er auch der „Unterohrgegend" als oberer Fortsetzung der Caroditenfurche des Halses. *Ebenda.* S. 488.

[2] Henke, *Topographische Anatomie.* S. 109.

[3] Luschka, *Anatomie des Halses.* S. 125.

[4] Rüdinger, *Topographisch-chirurgische Anatomie des Menschen.* III. 1. S. 82.

[5] Froriep, a. a. O. S. 15, Abbildung.

Retrobranchialleiste). Ich selbst habe die Anlage des Kopfnickers ventralwärts von dem auf der Brust aufruhenden Ende des zweiten Visceralbogens gesucht. Ich bin dabei von der Betrachtung ausgegangen, dass Kinn und obere Brustwand ursprünglich verbunden sind und dass der Muskel vom vorderen Abschnitt der letzteren schräg hinter den unteren Abschnitt der Ohrmuschel hinaufzusteigen hat. Indem ich bei der Aussenbesichtigung die Lage der Theile von höher entwickelten fötalen Formen (*An. m. Emb.* Taf. X. Fig. 25) zu den embryonalen zurückverfolgt habe, konnte ich überall die schräg ansteigende Linie wiederfinden, die das Profil des Halskeiles nach vorn abgrenzt und deren Richtung dem Verlauf des genannten Muskels entspricht. Ich kann indessen nicht verhehlen, das ich zwischen dieser Auffassung und derjenigen von Froriep lange geschwankt habe, und dass ich es noch heute für einen Punkt weiterer Untersuchung halte, ob nicht die letztere vor der meinigen den Vorzug verdient. Froriep's Auffassung stimmt nämlich gut mit dem bleibenden Verhalten des Muskels zur Jugularvene, zum Stamm des N. vagus, sowie zum Kehlkopf. Dagegen ist bei ihr schwer verständlich, wie die unteren Enden der beiden so weit auseinanderstehenden, über der Schulter auslaufenden Leisten späterhin die Mittellinie erreichen sollen. Ich habe daher geglaubt in ihnen eher die Anlagen des M. cucullaris suchen zu müssen. Am wichtigsten möchte wohl im Sinne von Froriep die Beobachtung sein, wonach der N. accessorius in den oberen Theil seiner Kopfnickerleiste eintritt, und wenn es sich bestätigt, dass dieser Nerv nach seinem Austritt aus dem Schädel zuerst den oberen Abschnitt der Retrobranchialleiste erreicht, so werde ich meine Auffassung zu Gunsten der Froriep'schen zu verlassen haben.

Rabl verwirft meine Darstellung als gemacht und erkünstelt und diejenigen von Froriep als jeder thatsächlichen Grundlage entbehrend, und er verspricht uns eine ausführliche Abhandlung über den Verlauf des embryonalen M. sternocleidomastoideus. Dieser in Aussicht gestellten Darlegung bin ich um so lieber gewärtig, als mir die vorläufigen Andeutungen Rabl's wenig verständlich erscheinen, und ich sie im Verdacht habe, mit Druckfehlern behaftet zu sein: dieselben gehen dahin, dass „der Muskel in seinem Verlauf ziemlich genau einer Linie folgt, die wir von dem dorsalen Ende der ersten äusseren Kiemenfurche, also etwa von der Stelle, an welcher der äussere Gehörgang auftritt, bis an die hintere Wand des Sinus cervicalis, oder vielleicht zu einer etwas weniger mehr dorsalwärts gelegenen Stelle der zweiten äusseren Kiemenfurche ziehen können.“ Wenn ich dies richtig verstehe, so versetzt also Rabl die Anlage dorsalwärts von der Ohrmuschel bez. bei aufrechter Kopfhaltung über diese letzte, was doch kaum der Sinn seiner Angabe sein kann.

6. Das Hauptproblem bei der Halsbildung geht m. E. darauf hinaus, zu untersuchen, wie sich der Hals als ein coelomfreier Körperabschnitt zwischen Kopf und Rumpf einzuschalten vermag, nachdem sich die primäre Brusthöhle bis zur Höhe des Unterkiefers herauf erstreckt hatte.[1] Dieser Frage ist Rabl mit der kurzen Erklärung aus dem Weg gegangen, dass der Säugethierembryo gleich dem Fisch, keinen Hals besitzt, und dass der Versuch, an ganz jungen menschlichen Embryonen eine Halsregion zu unterscheiden, ein durchaus misslungener sei.

Die Bezeichnung „Hals" ist, wie ich a. a. O. ausgeführt habe, gleich allen topographischen Bezeichnungen eine mehr oder minder conventionelle, und vor jeder Discussion bedarf es daher einer scharfen Begriffsbestimmung. Legt man bei der Halsdefinition das Gewicht auf das Fehlen des Coelomes, so hat der junge menschliche Embryo in der That keinen Hals, und er verhält sich wie ein Fisch, bei dem ja die das Herz umschliessende Höhle gleichfalls bis in den Bereich der Visceralbogen sich erstreckt. Allein es ist klar, dass beim Embryo die Theile, die später dem Hals angehören werden, selbst vor Eintritt der Nackenkrümmung als räumlich bestimmbare Anlagen vorhanden sein müssen. Das Halsrückenmark, die Halsganglien und Halsmuskeln, das Kehlkopf- und das Schilddrüsengebiet, sie sind alle schon vorhanden, lange bevor ein freier Hals existirt, und es entsteht die Aufgabe zu verfolgen, wo beim jungen Embryo die später im Hals vereinigten Theile liegen und wie es kommt, dass sie ihre ursprüngliche Lagebeziehungen verändern. Dabei stellt sich heraus, dass im Allgemeinen die vordern Halsgebilde dem embryonalen Hinterkopf entstammen, während die dem Nacken angehörigen Theile aus dem embryonalen Rumpf sich erheben. Die Zusammenschiebung dieser Theile, sowie die Dislocation des Herzens und der Brusthöhle ergeben sich als Folgen der Zusammenkrümmung der Embryonen, daher bei den Wirbelthierklassen, bei denen, wie bei den Fischen, die embryonale Krümmung nicht zur Entwickelung kommt, die hohe Stellung des Herzens und das Fehlen eines Halses bleibende Befunde sind. Alle diese Beziehungen sind so einfach und klar und dabei so fundamental, dass auch die absprechendsten Bemerkungen Rabl's ihre Bedeutung nicht werden zu erschüttern vermögen.

[1] Hiezu vergl. man auch meinen Vortrag im hiesigen anthropol. Verein, abgedruckt im Correspondenzblatt d. deutschen anthropol. Ges. 1886. Nr. 3 und 4, und in Betz' Memorabilien. 1886. Heft 4.

Berichtigungen.

Auf S. 430, Z. 27 v. o. schalte hinter „*An. m. Emb.*“ ein: „Taf. XIV“.
„ S. 431, Z. 5 v. o. lies „aus“ statt „auch“.
„ S. 431, Z. 12 v. o. lies „pterygoidei“ statt „pterioidei“.

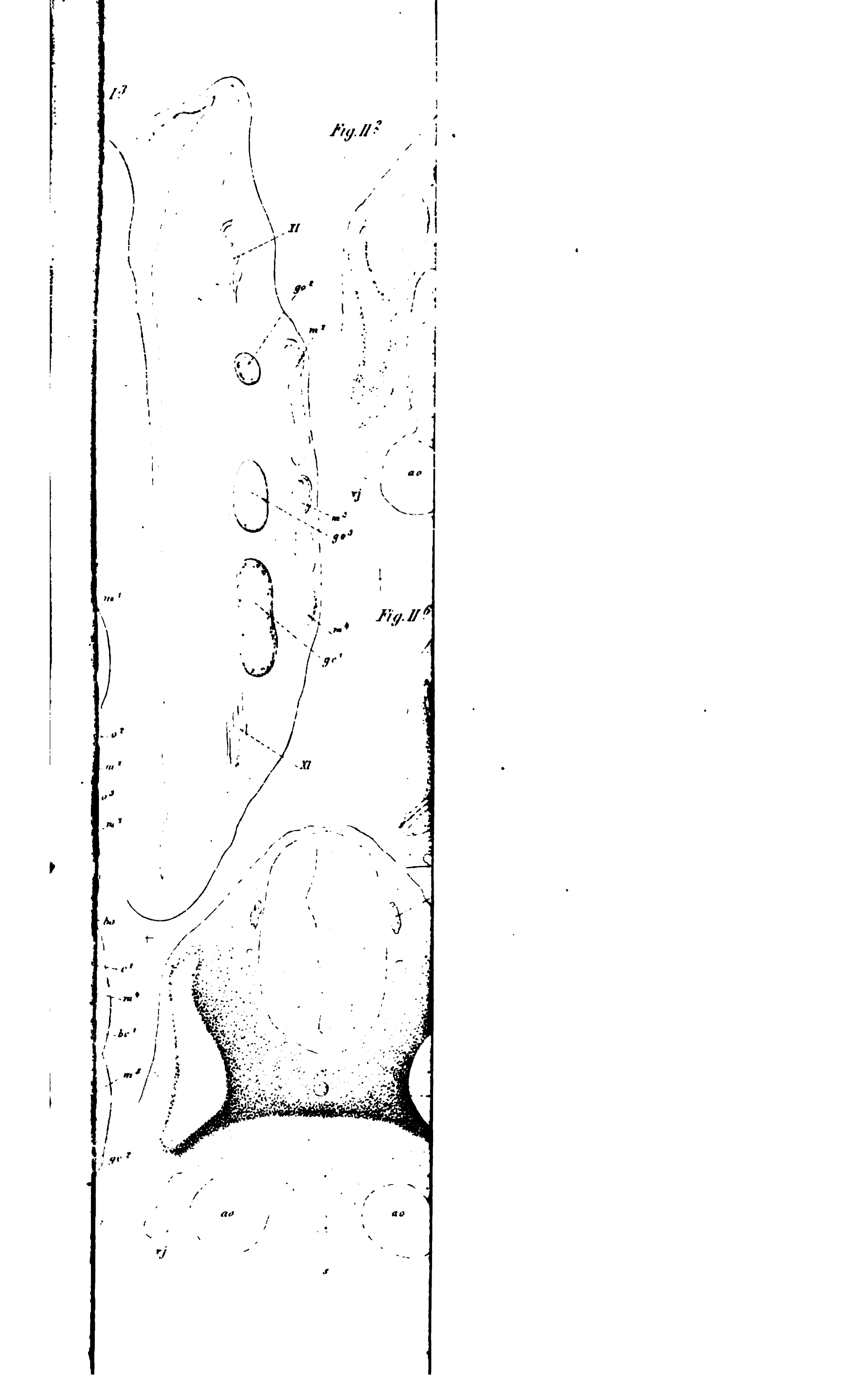
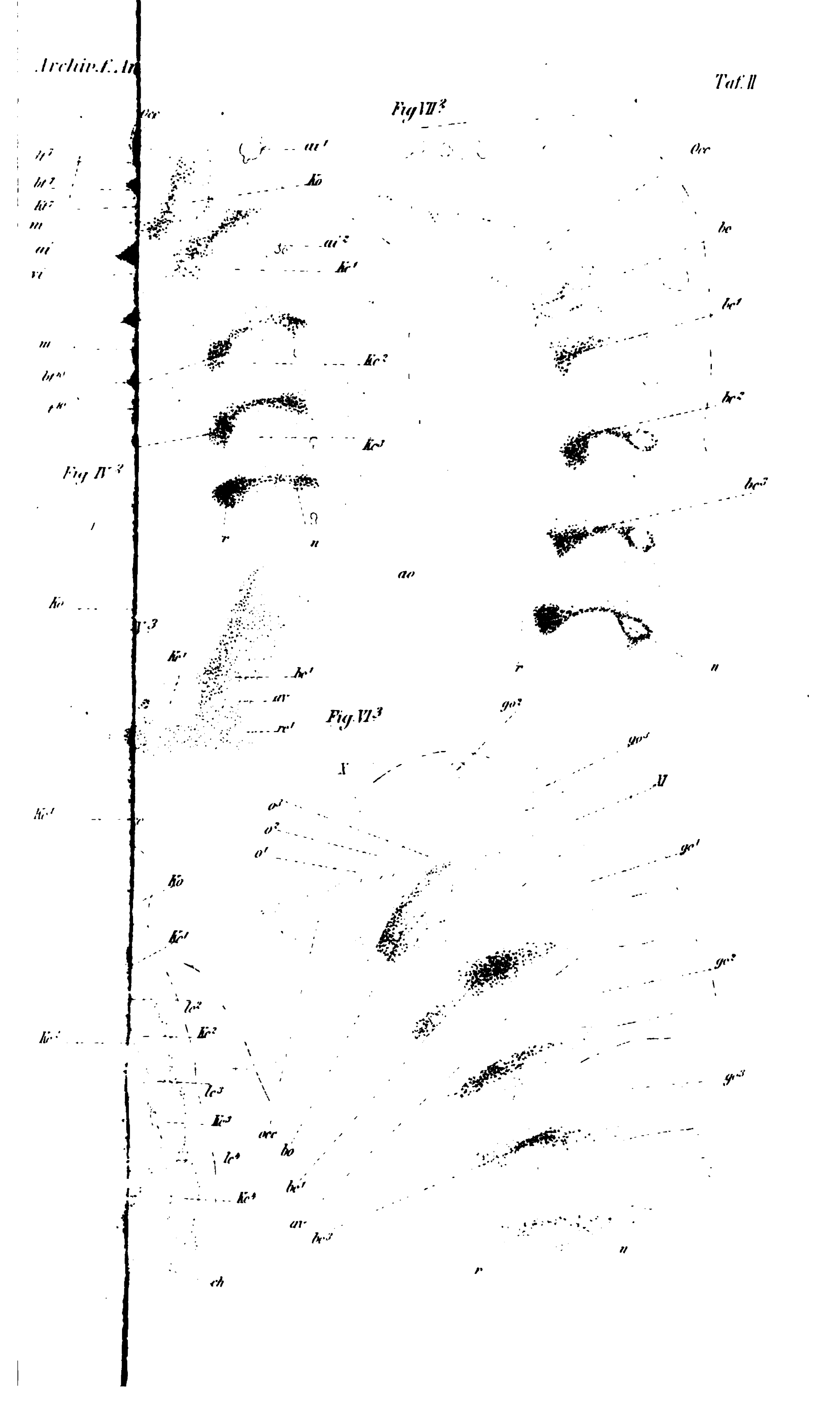


Fig. II³
Fig. II⁶
XI
ao
vj
s


Fig. VII.3
Fig. IV.3
Fig. VI.3
Occ
ai1
Ko
ai2
kc1
kc2
kc3
bc
bc1
bc2
bc3
r
n
ao
av
rc1
go1
go2
go3
go4
go5
M
X
o1
o2
o3
lc2
lc3
lc4
kc4
occ
bo
ch

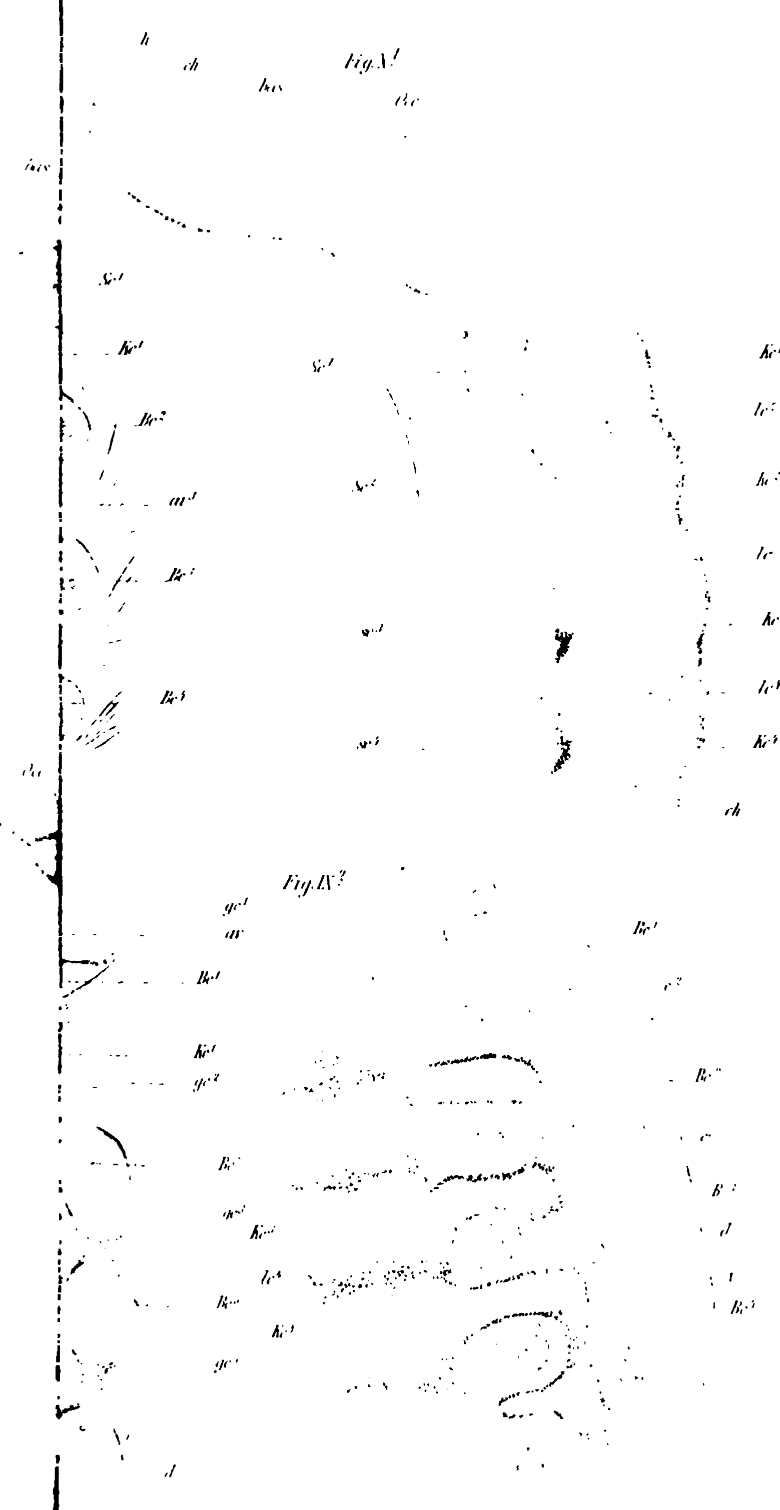
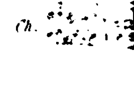

Fig. X.1
Fig. IX.2

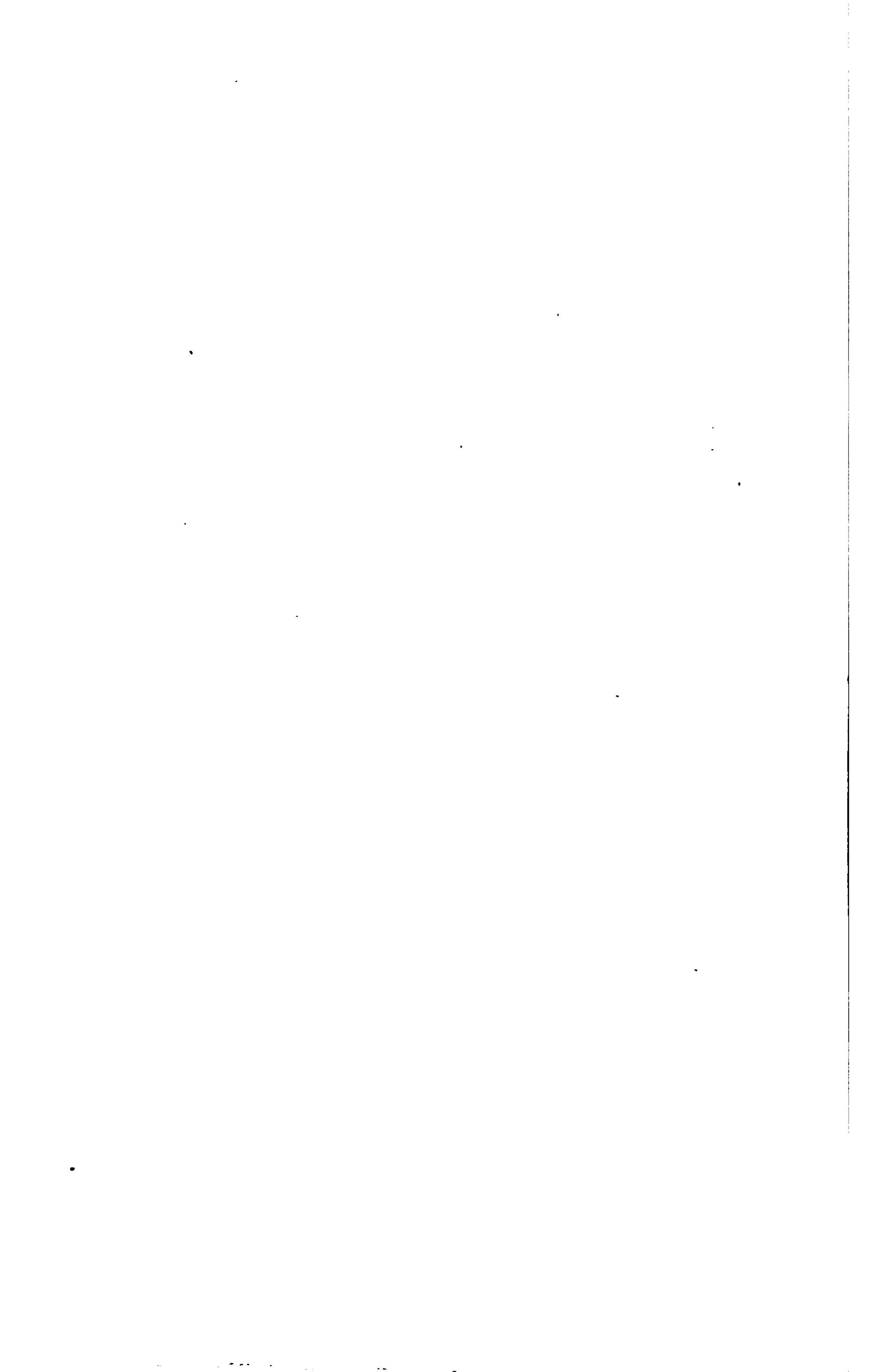


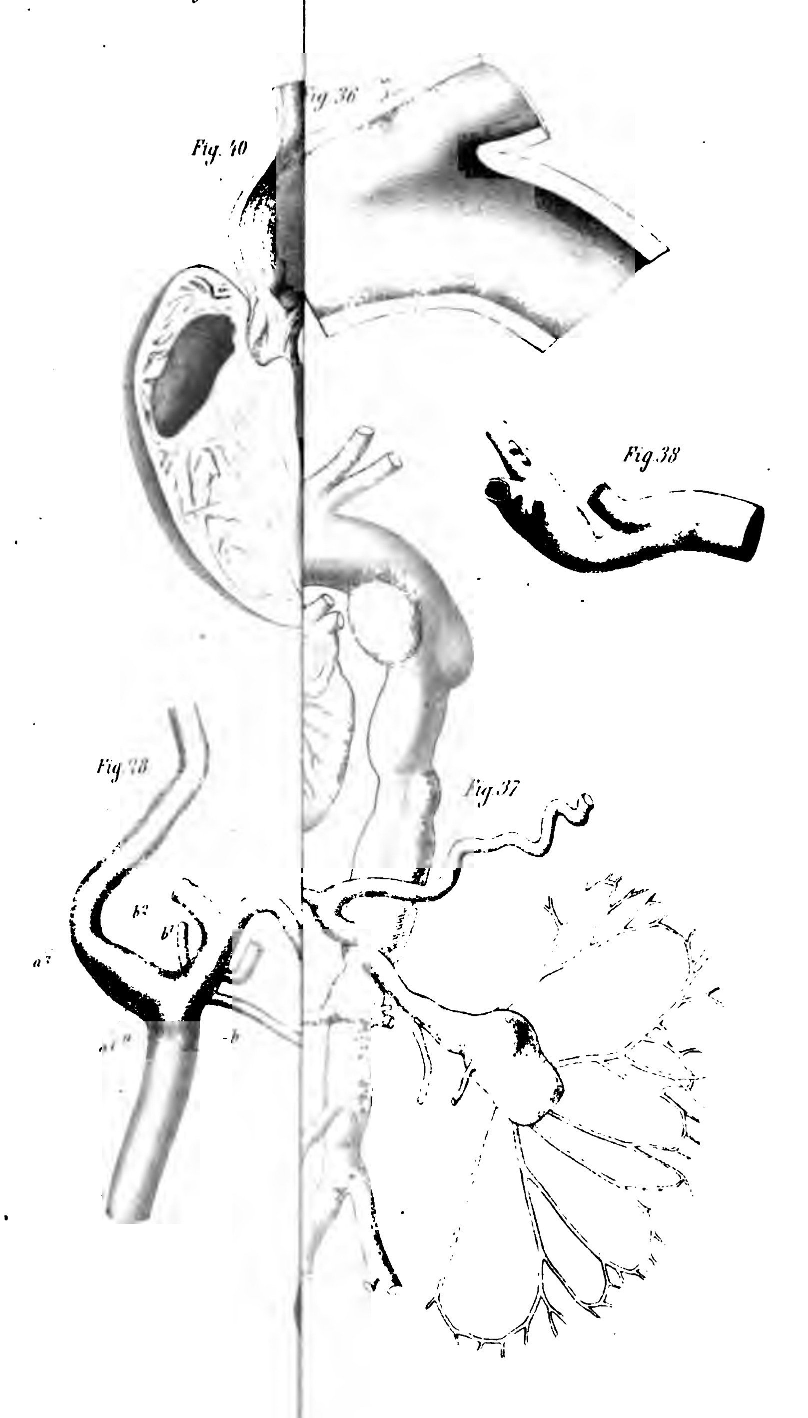
Fig. 1.

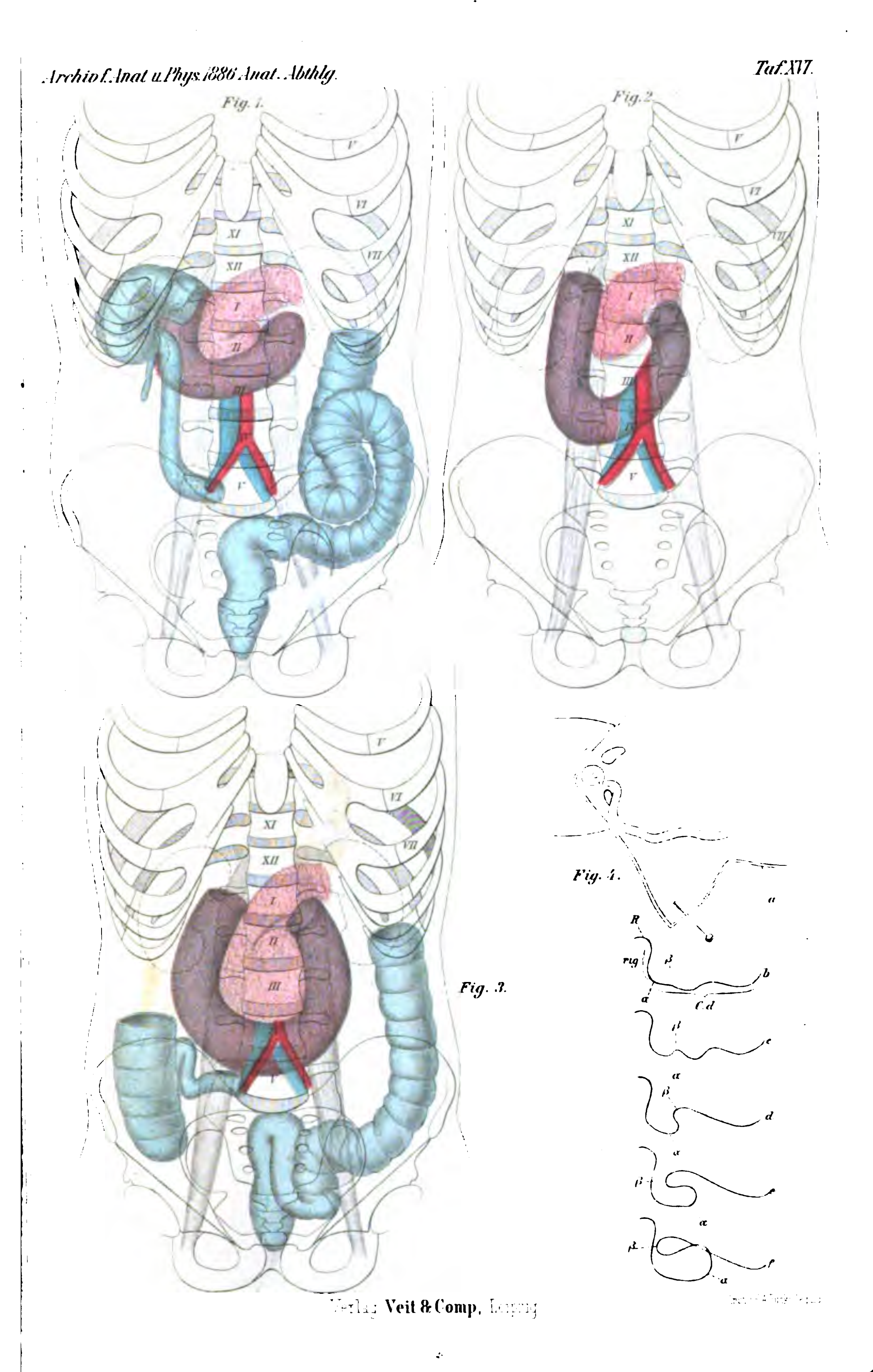




Amnh




Fig. 36
Fig. 40
Fig. 38
Fig. 28
Fig. 37
b²
b¹
a²
b



Verlag Veit & Comp. Leipzig

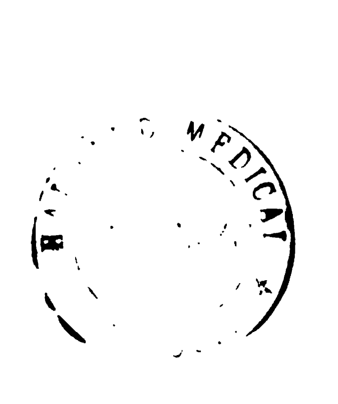
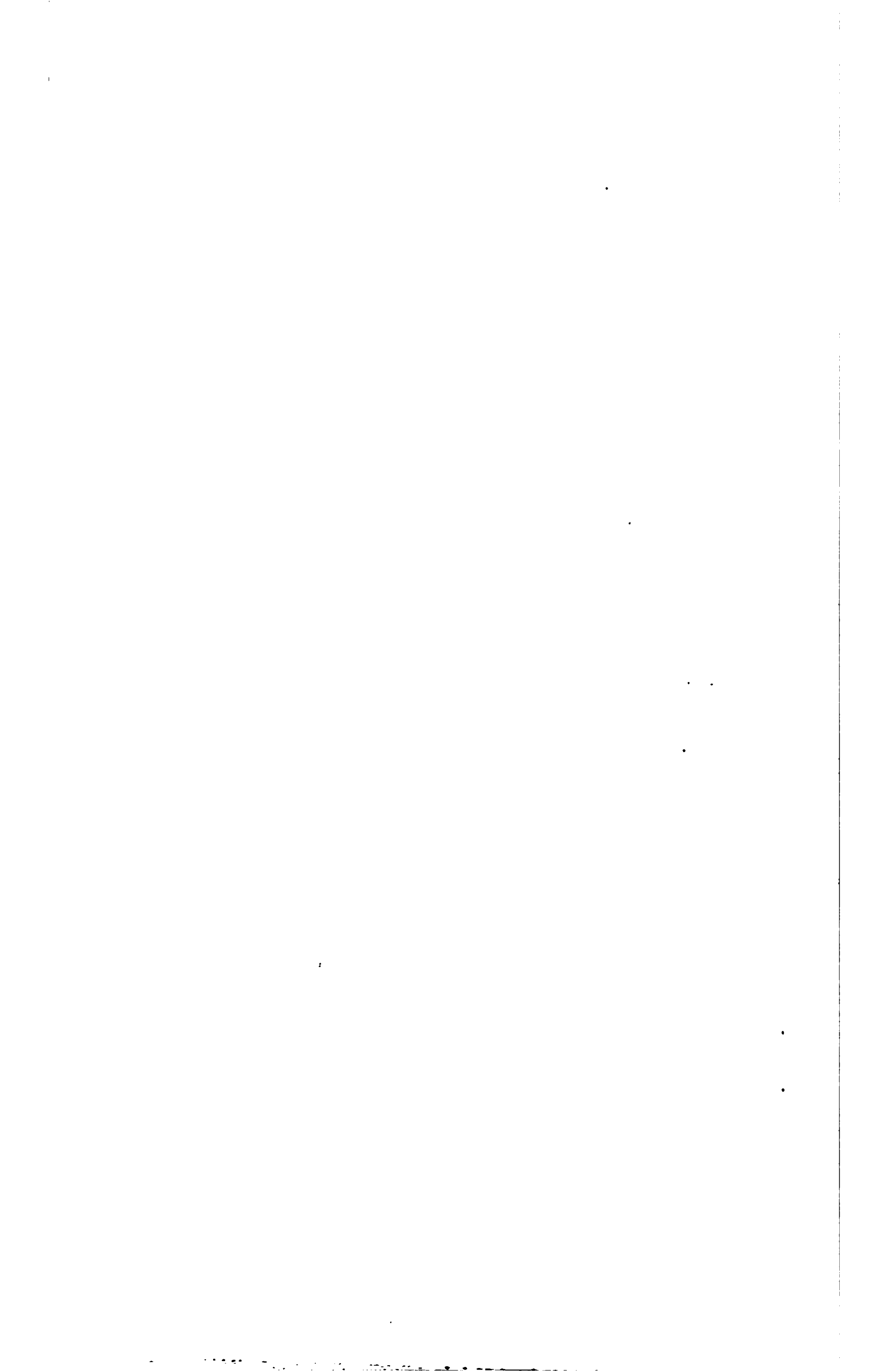
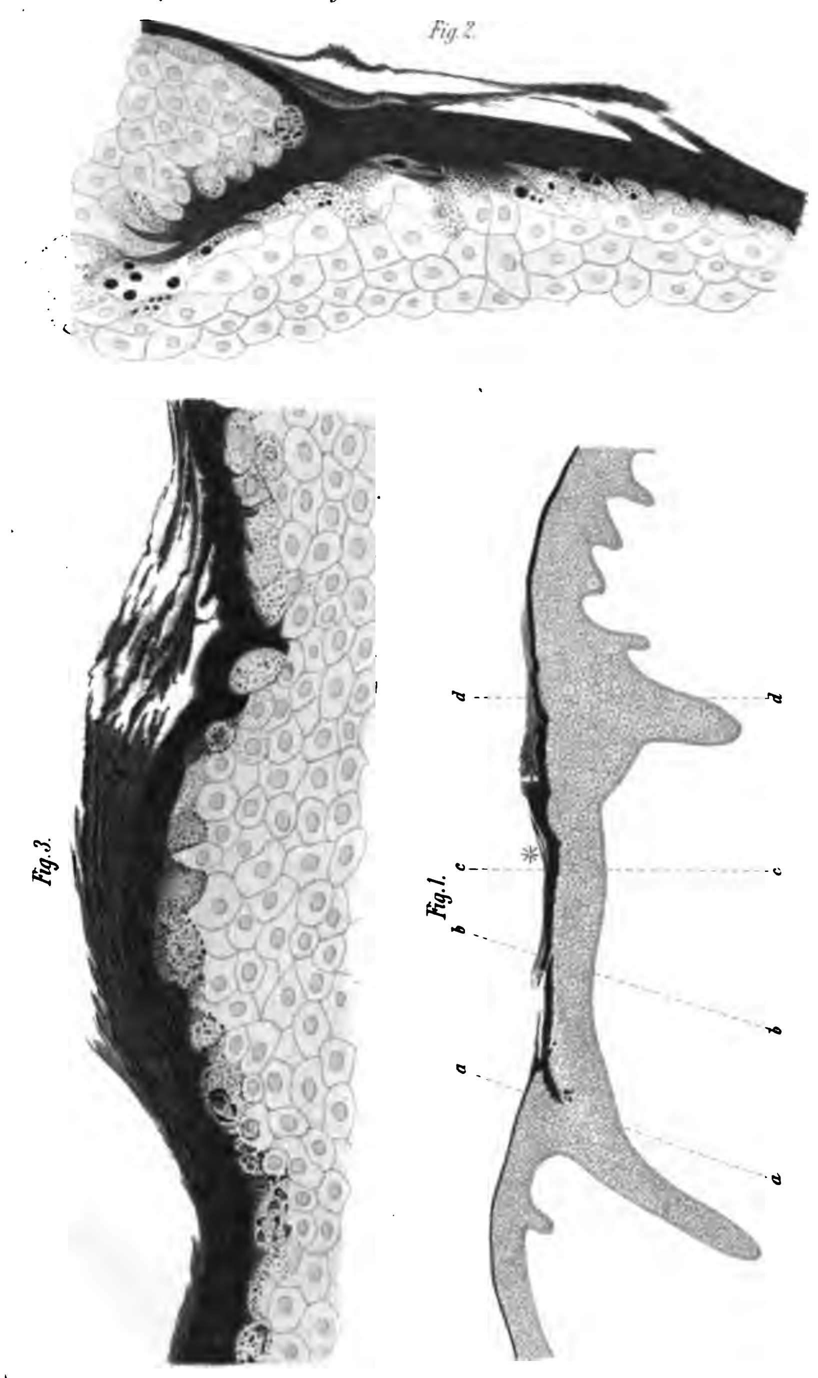


Fig. 3.

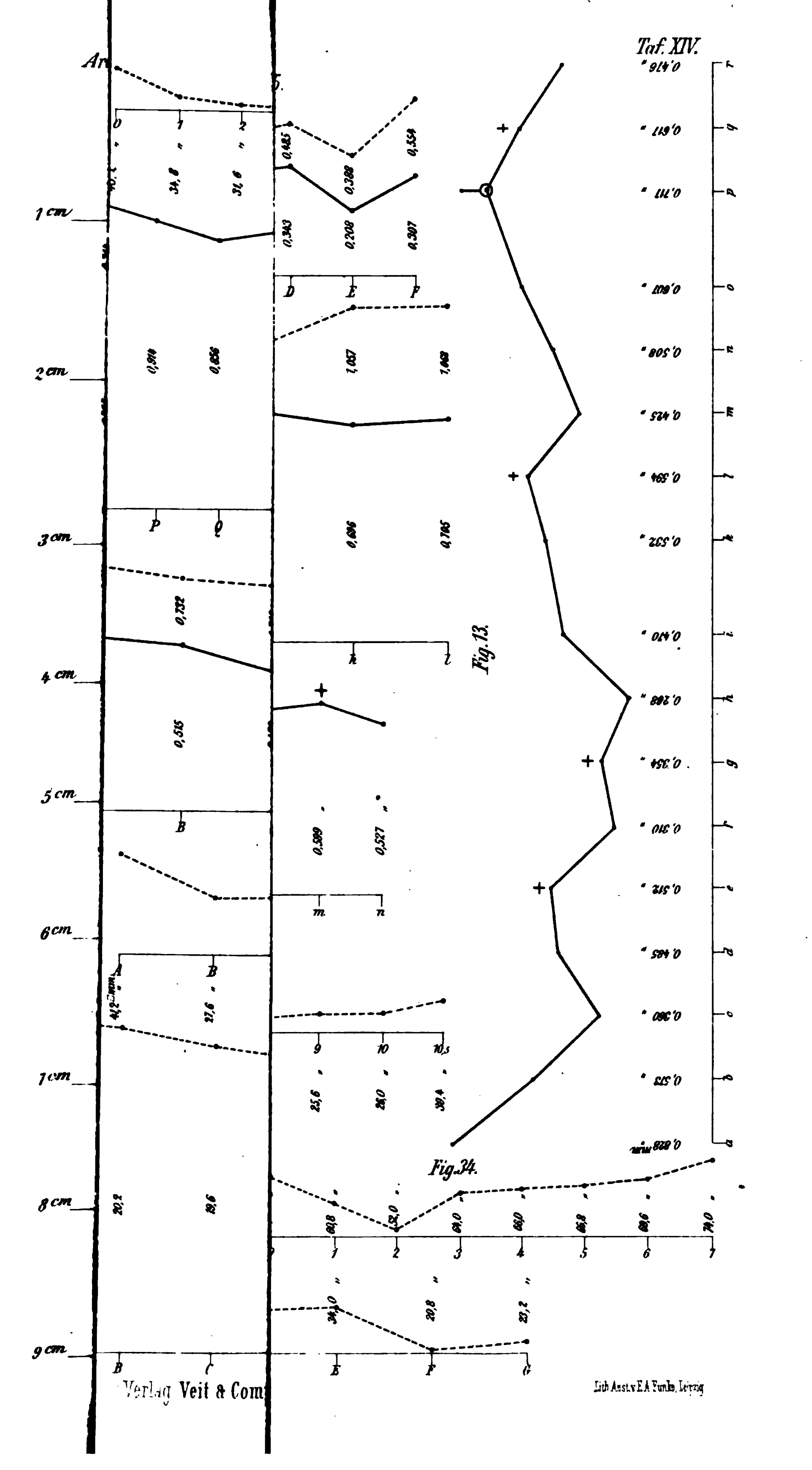
Fig. 6.

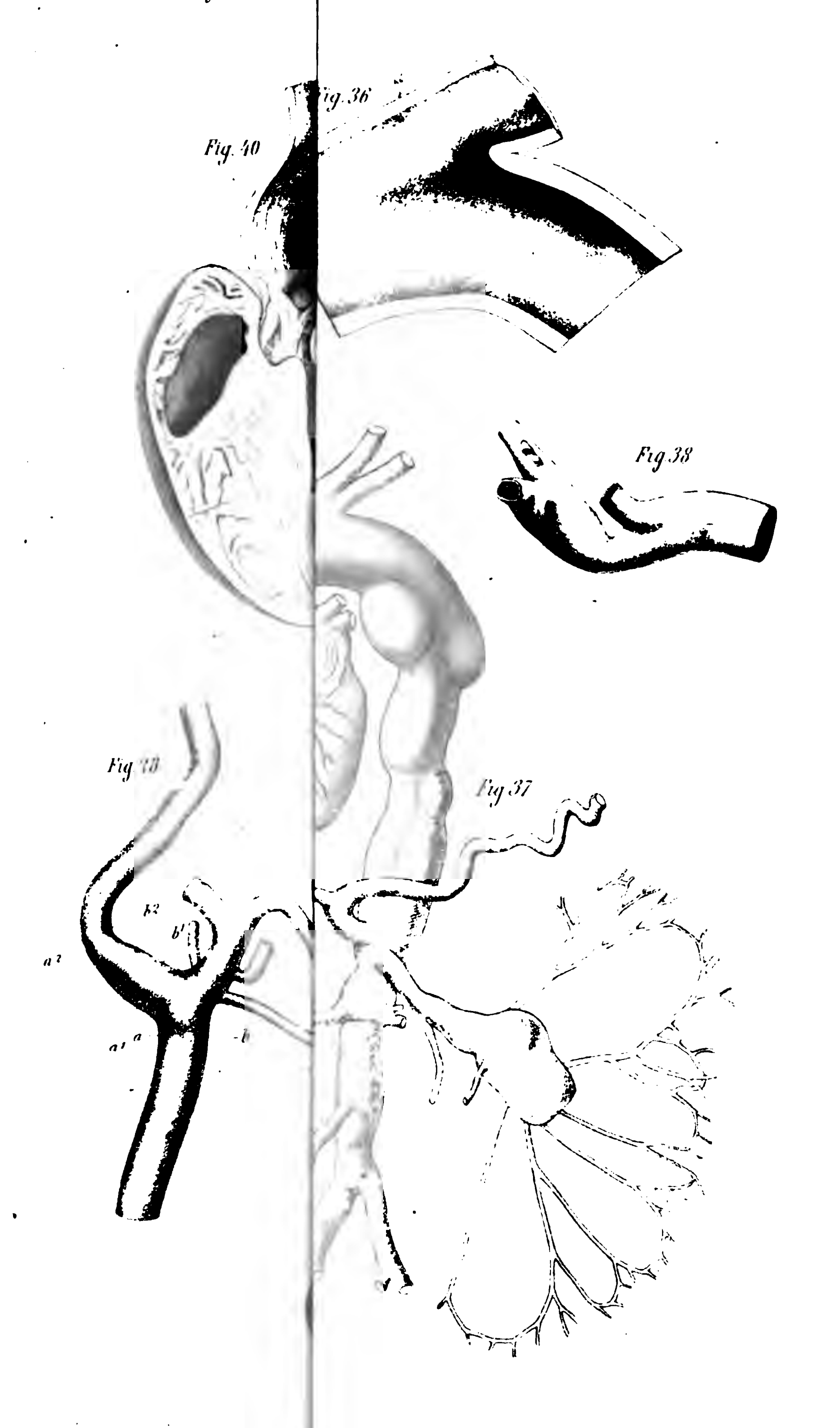


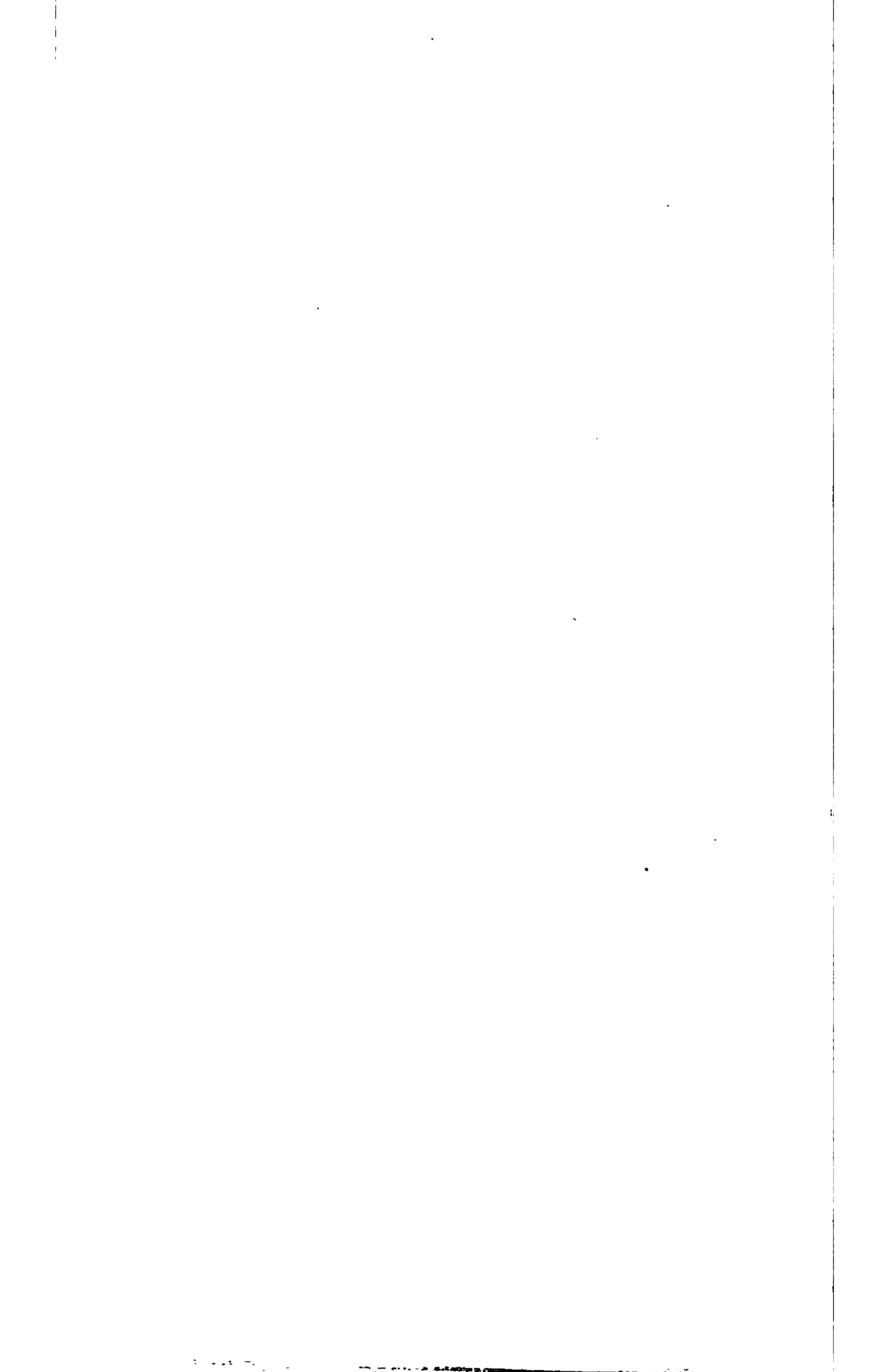


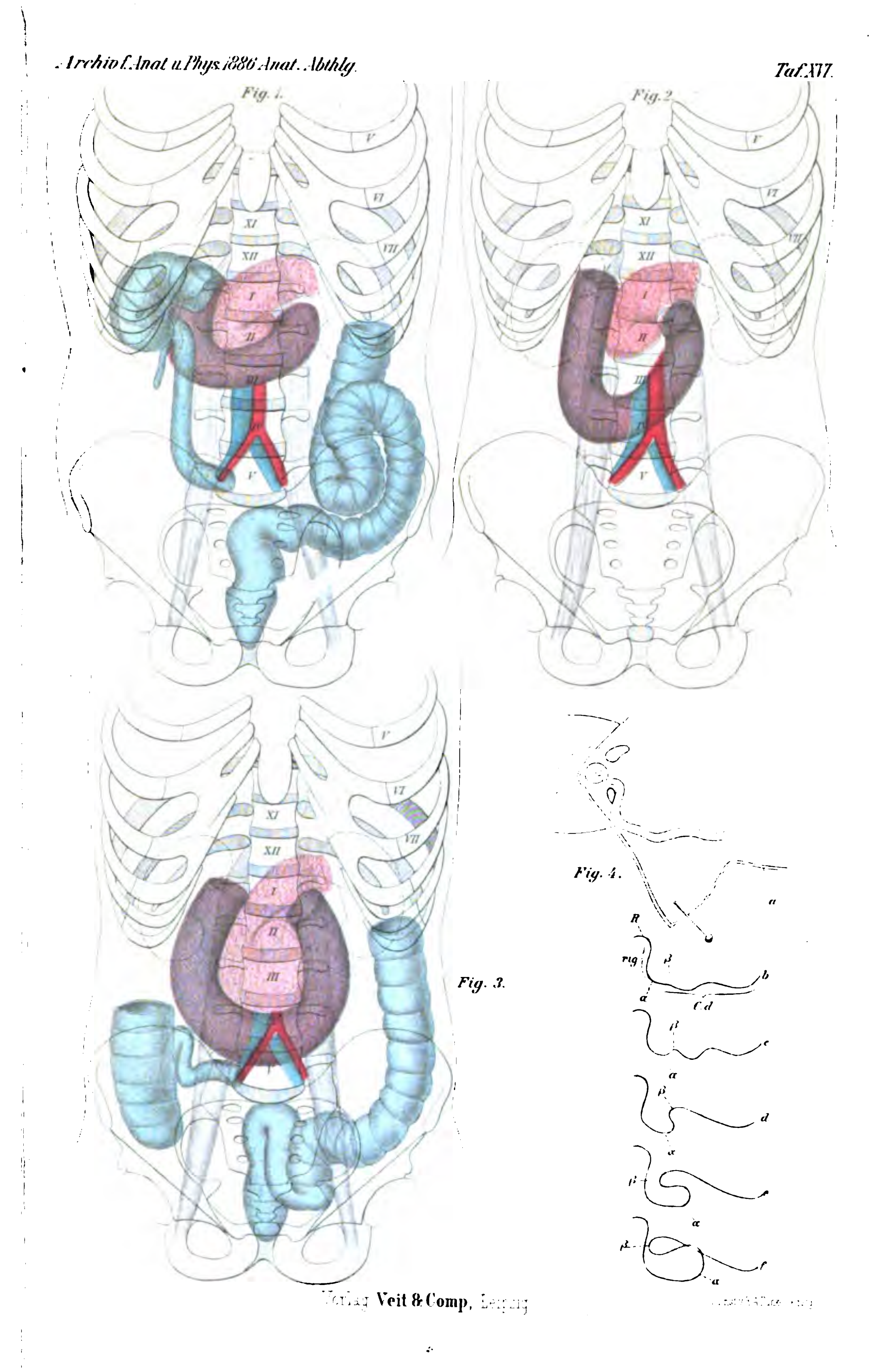
Verlag Veit & Comp. Leipzig.



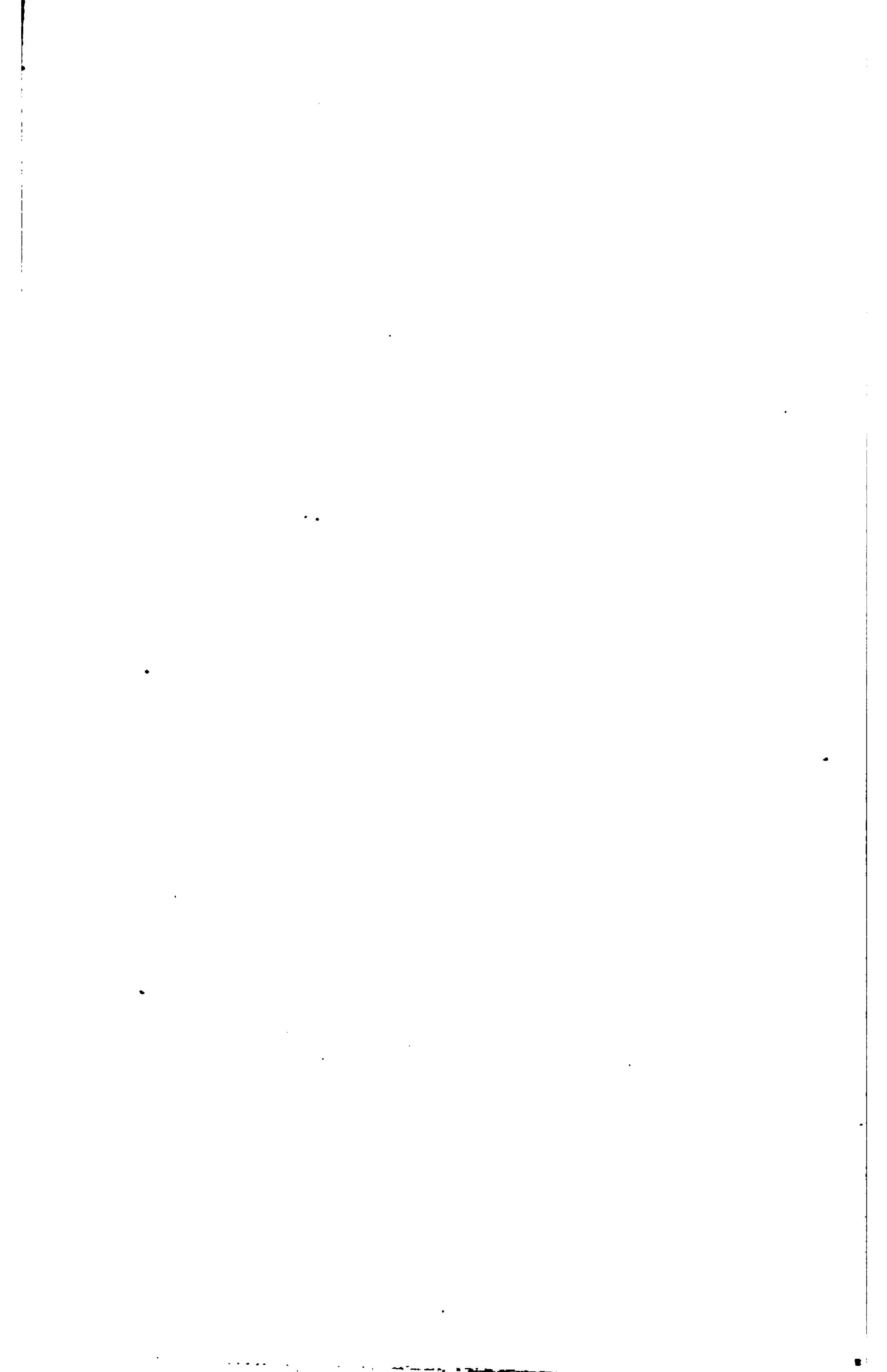

Taf. XIV.
Fig. 13.
Fig. 34.
1 cm
2 cm
3 cm
4 cm
5 cm
6 cm
7 cm
8 cm
9 cm
D E F
P Q
h l
m n
A B
B C
E F G
9 10 10,5
0 1 2 3 4 5 6 7
0,343 0,208 0,307
0,914 0,856
1,057 1,068
0,886 0,786
0,732
0,515
0,599 0,527
25,6 26,0 30,4
60,8 52,0 64,0 66,0 66,8 68,6 74,0
20,8 23,2
20,2 19,6
27,6
Verlag Veit & Com
Lith Anst. v E.A Funke, Leipzig

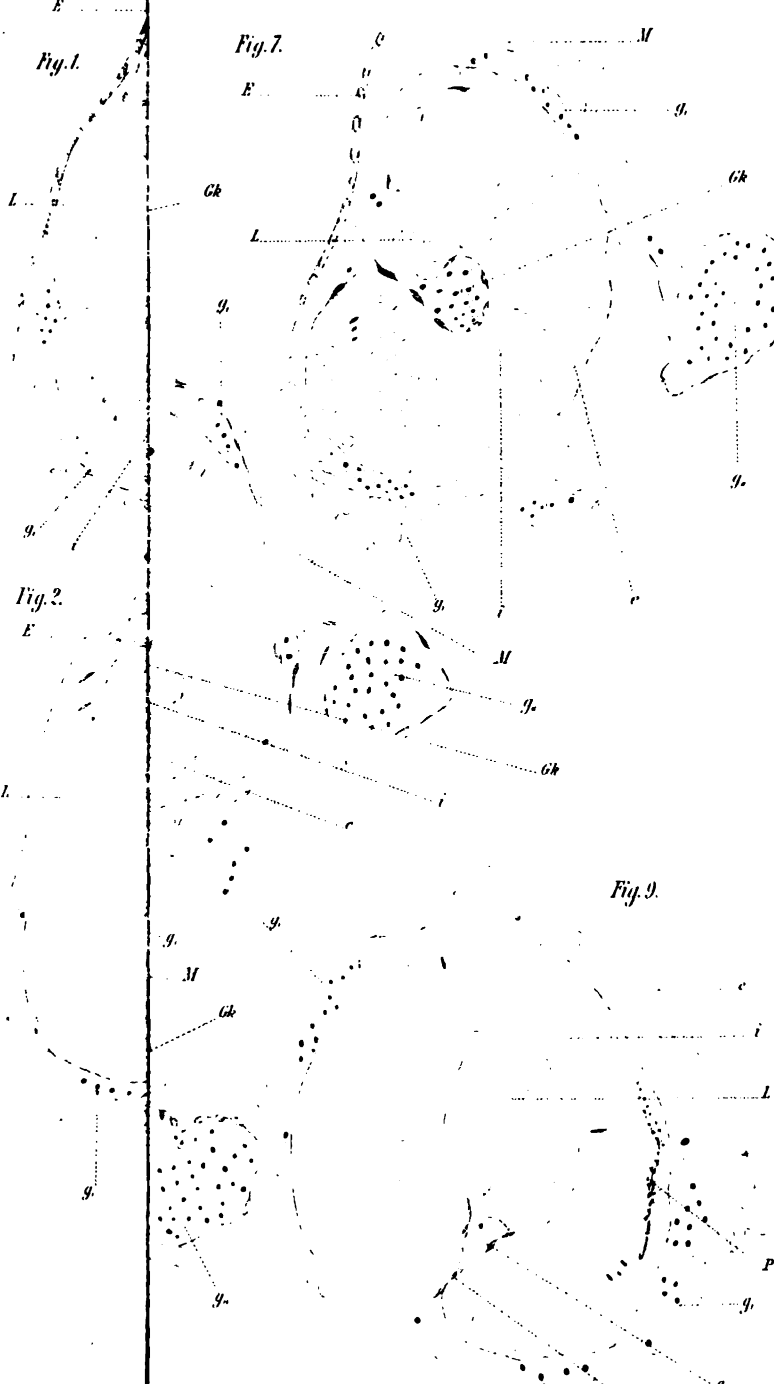

Fig. 36
Fig. 40
Fig. 38
Fig. 37
b²
b'
a²
a¹ a
b

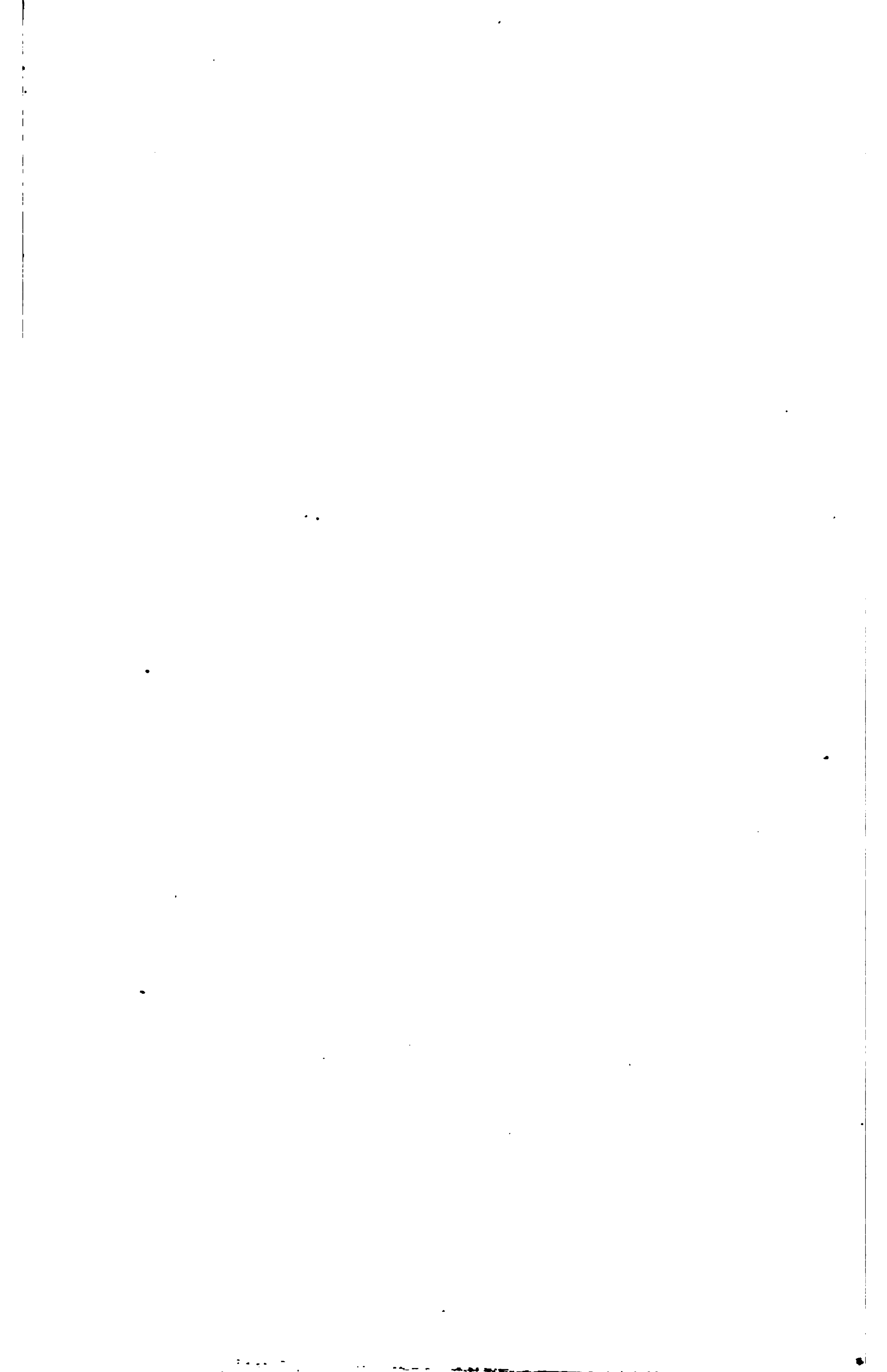


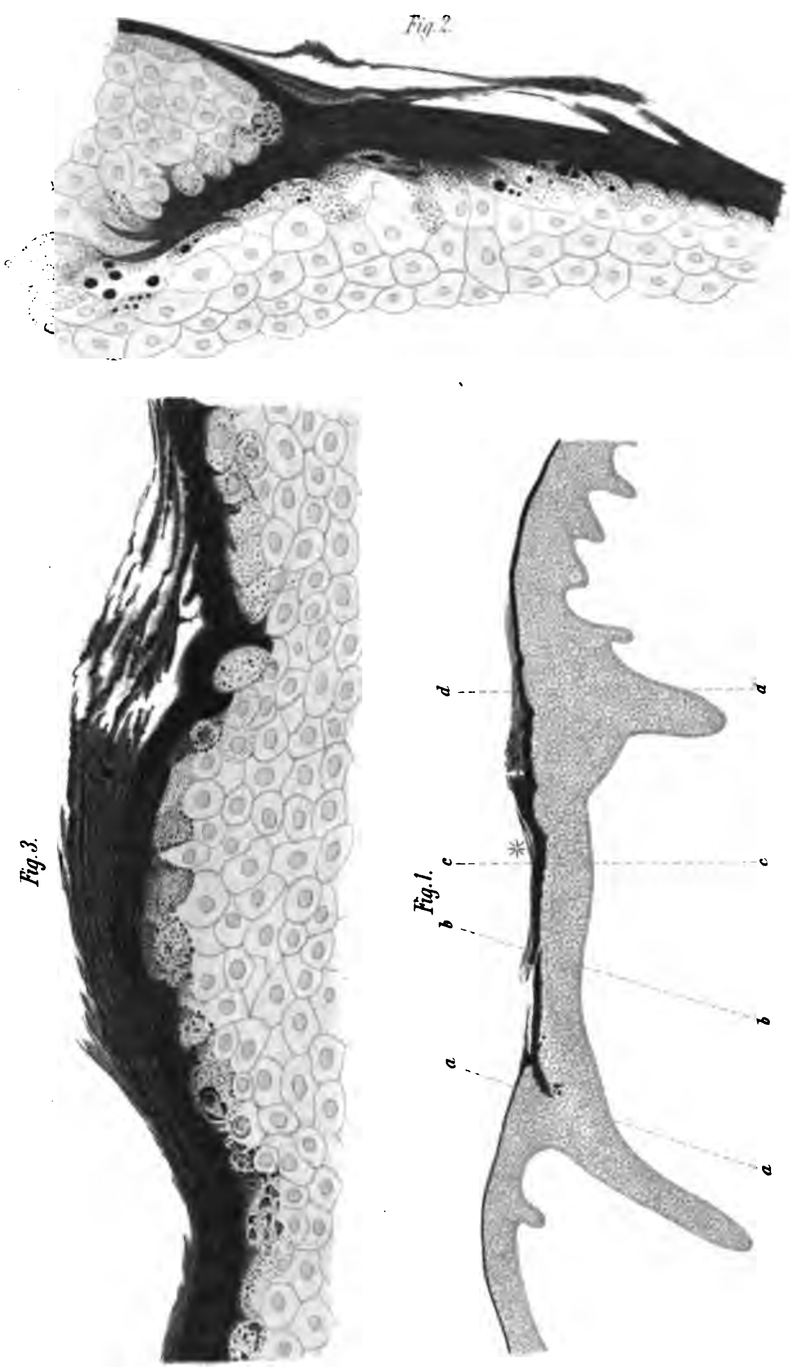


Verlag Veit & Comp, Leipzig



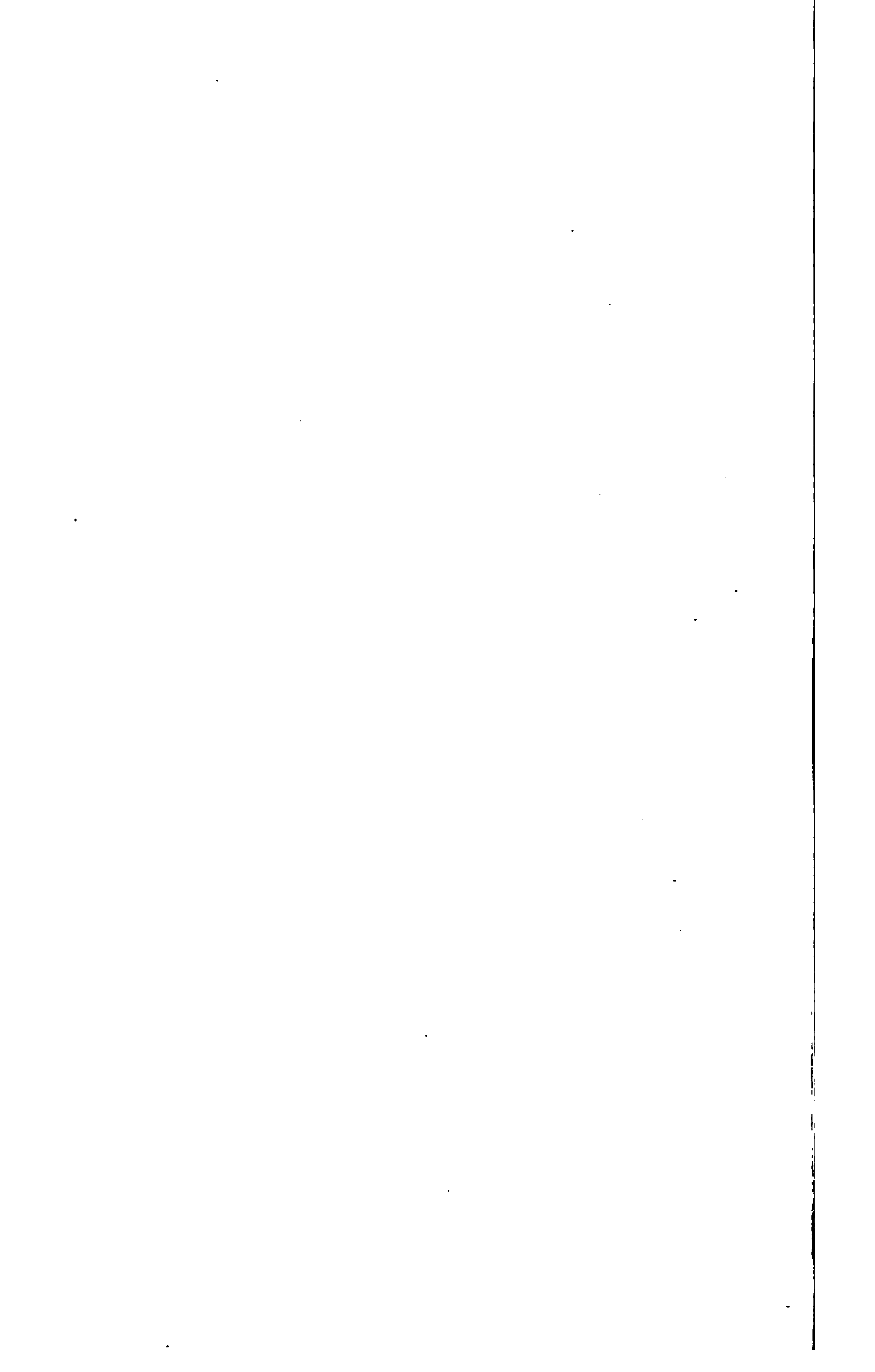

Fig. 1.
E
L
Gk
g.
i
Fig. 2.
E
L
g.
i
c
Gk
M
g.
Fig. 7.
E
L
M
g.
Gk
g.
g.
i
c
M
Fig. 9.
c
i
L
P
g.
g
f.A.Sp

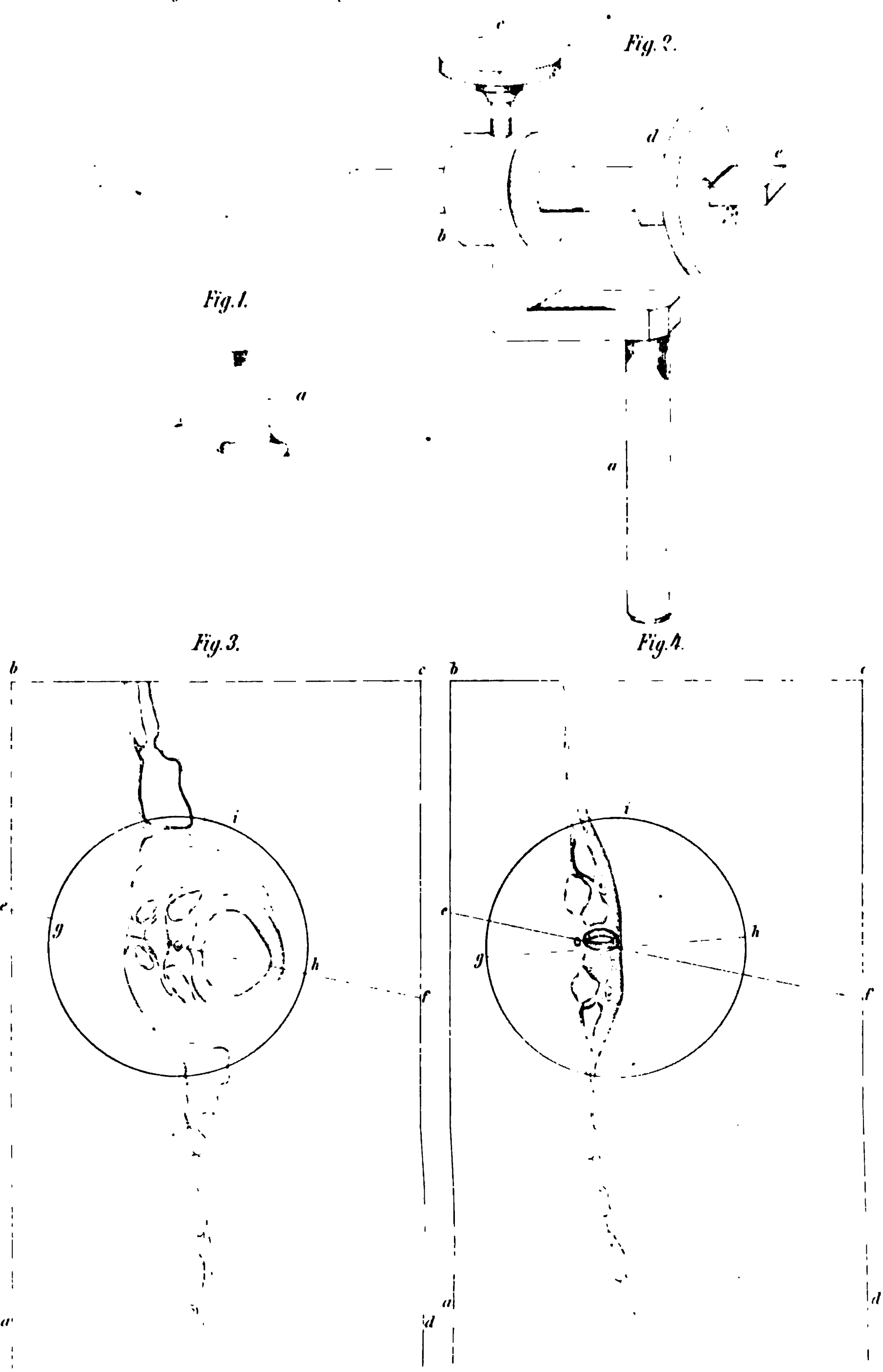




Verlag **Veit & Comp.** Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig.




Fig. 1.
a
Fig. 2.
c
d
e
b
a
Fig. 3.
b
c
i
e
g
h
f
a
d
Fig. 4.
b
c
i
e
g
h
f
a
d

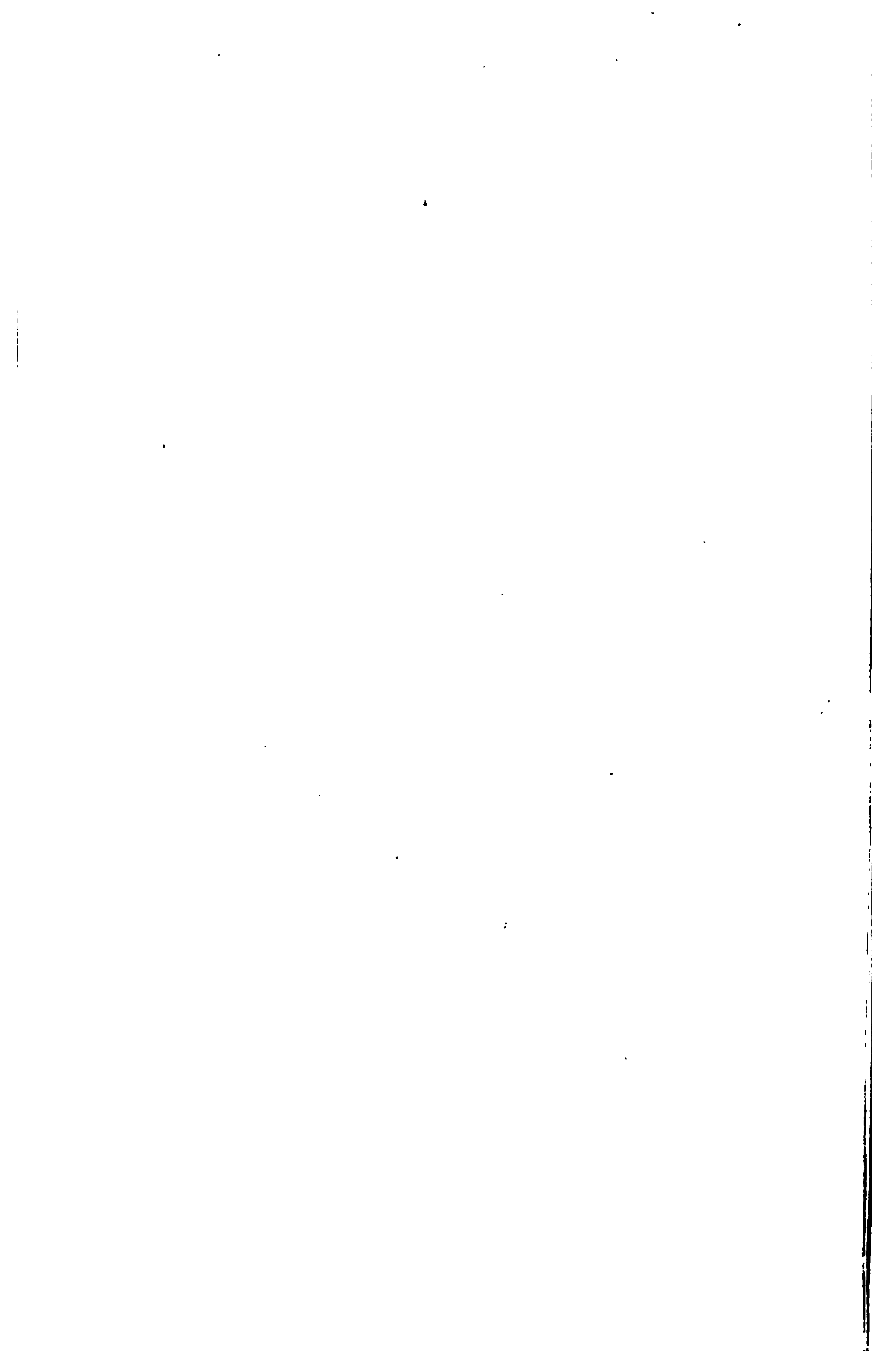


Fig. 7.

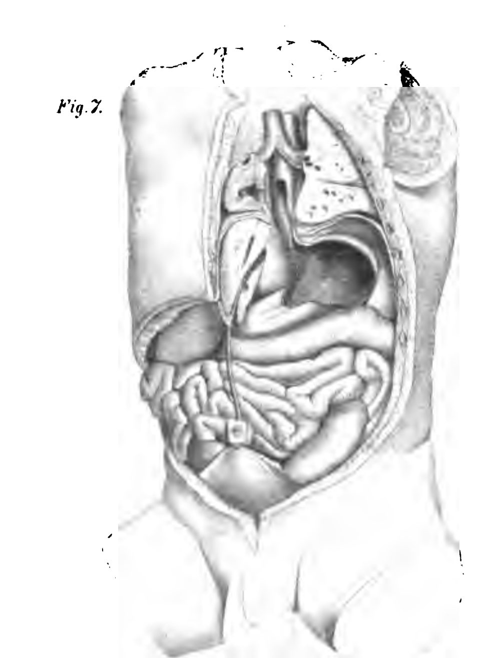
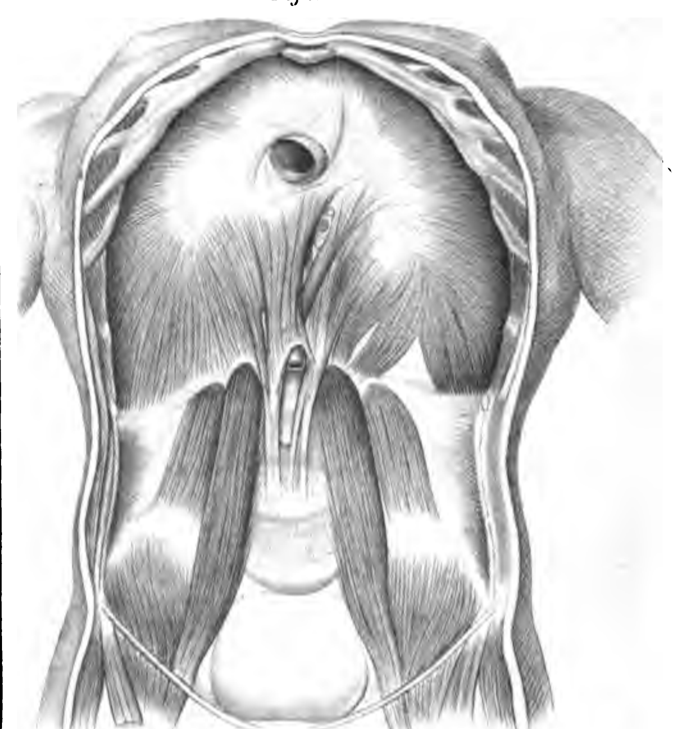


Fig. 1.



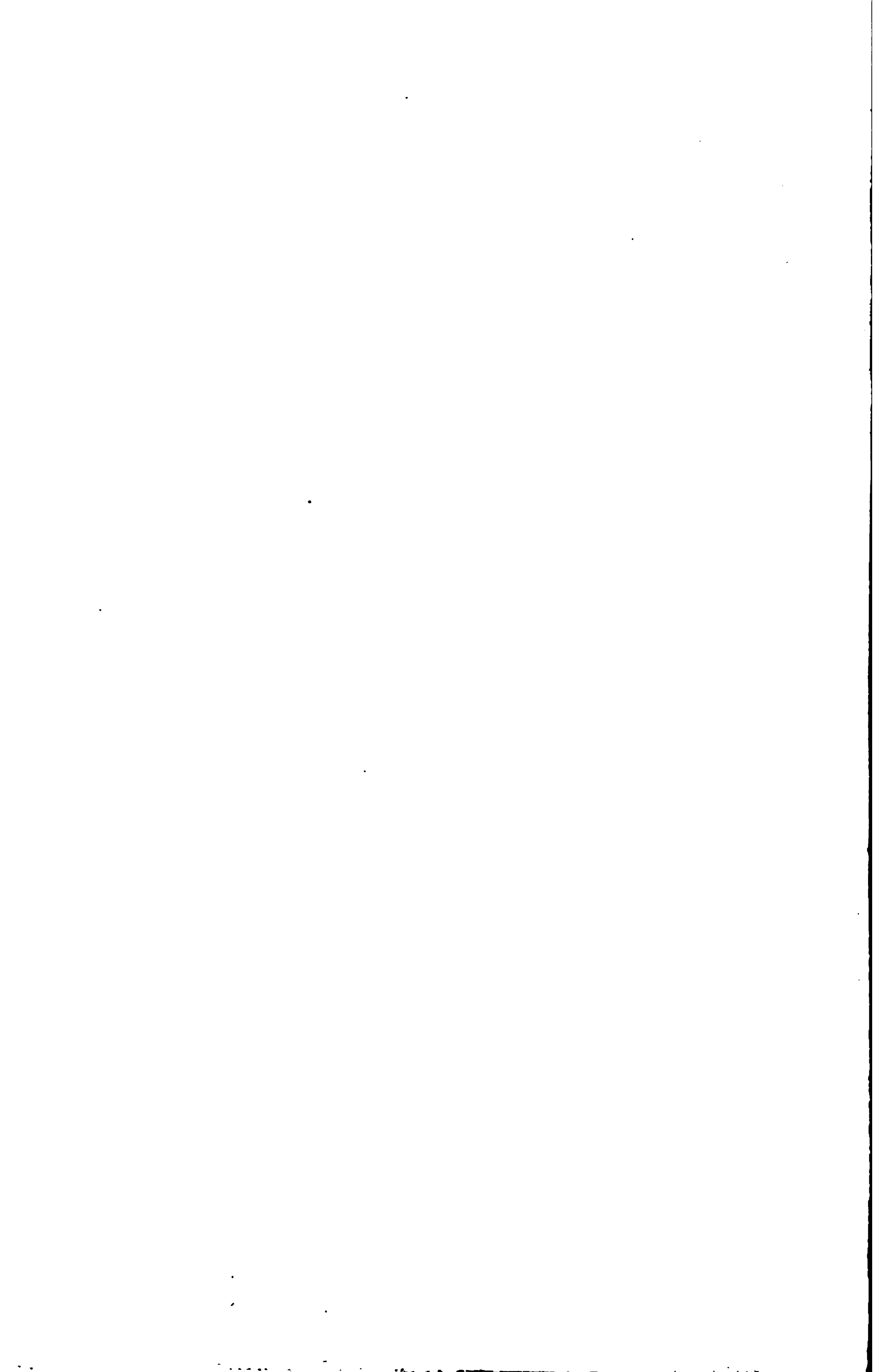
aorta.

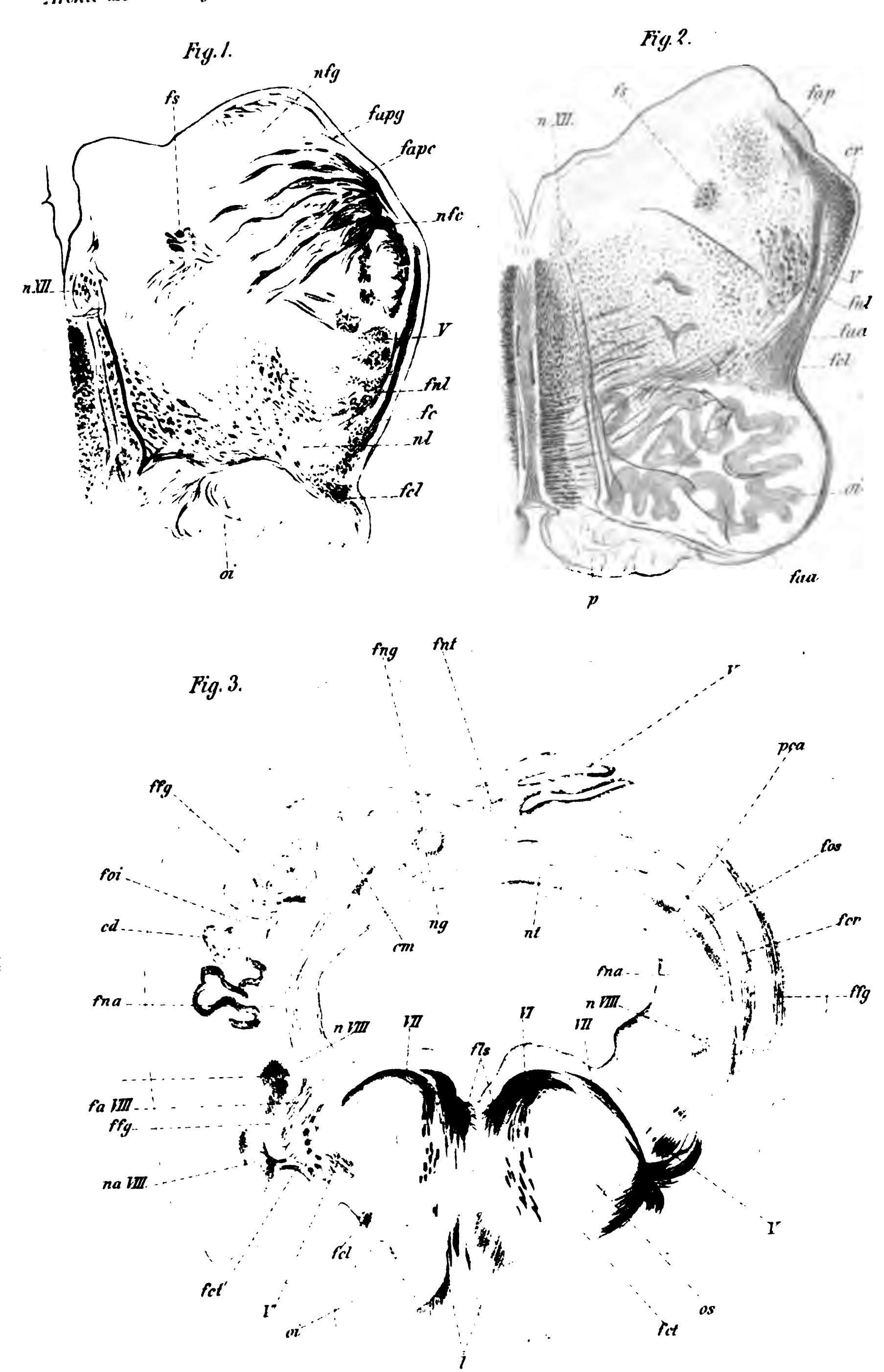
bronch. sin.

valv. mitr.

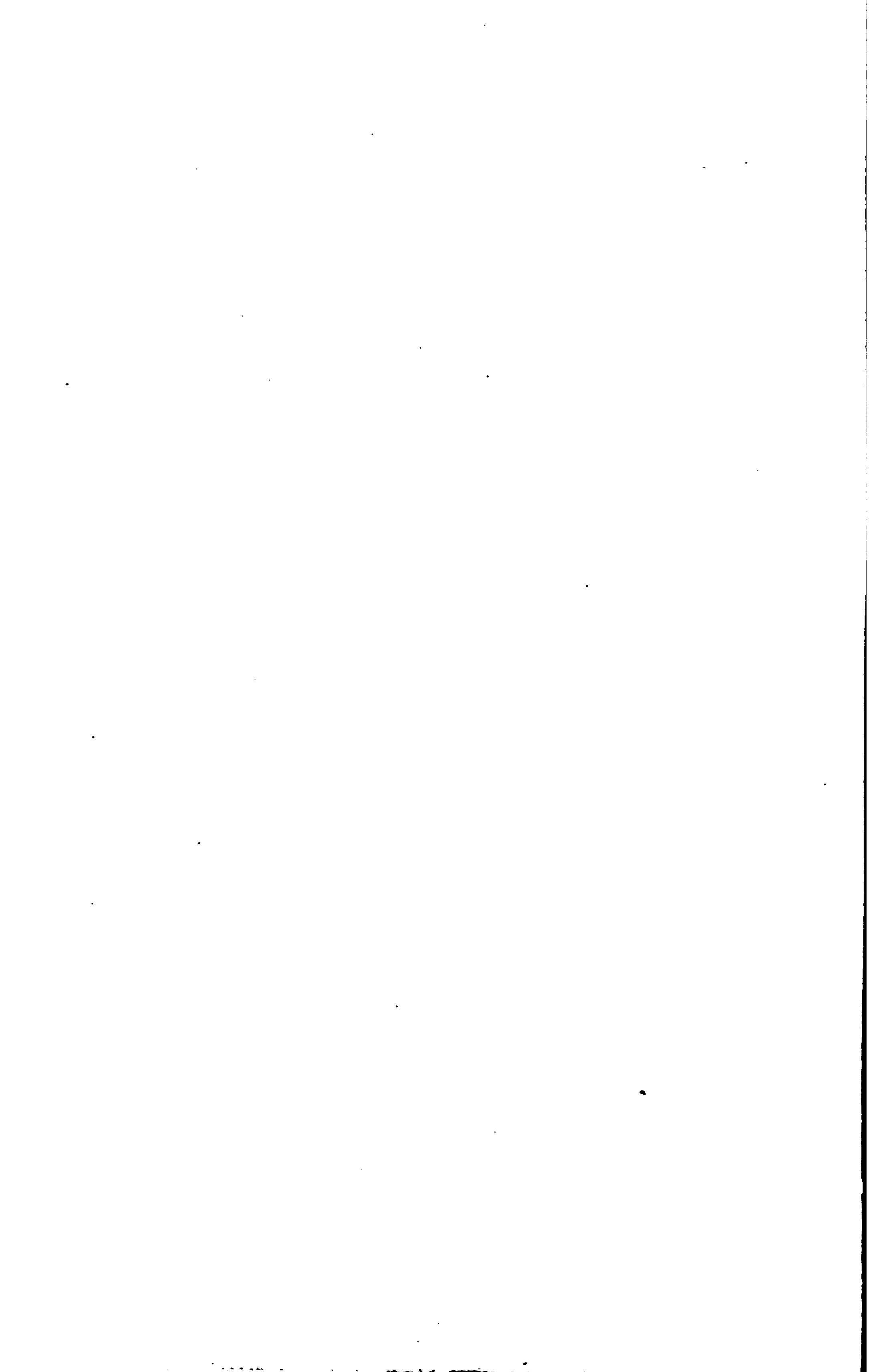
aorta d.

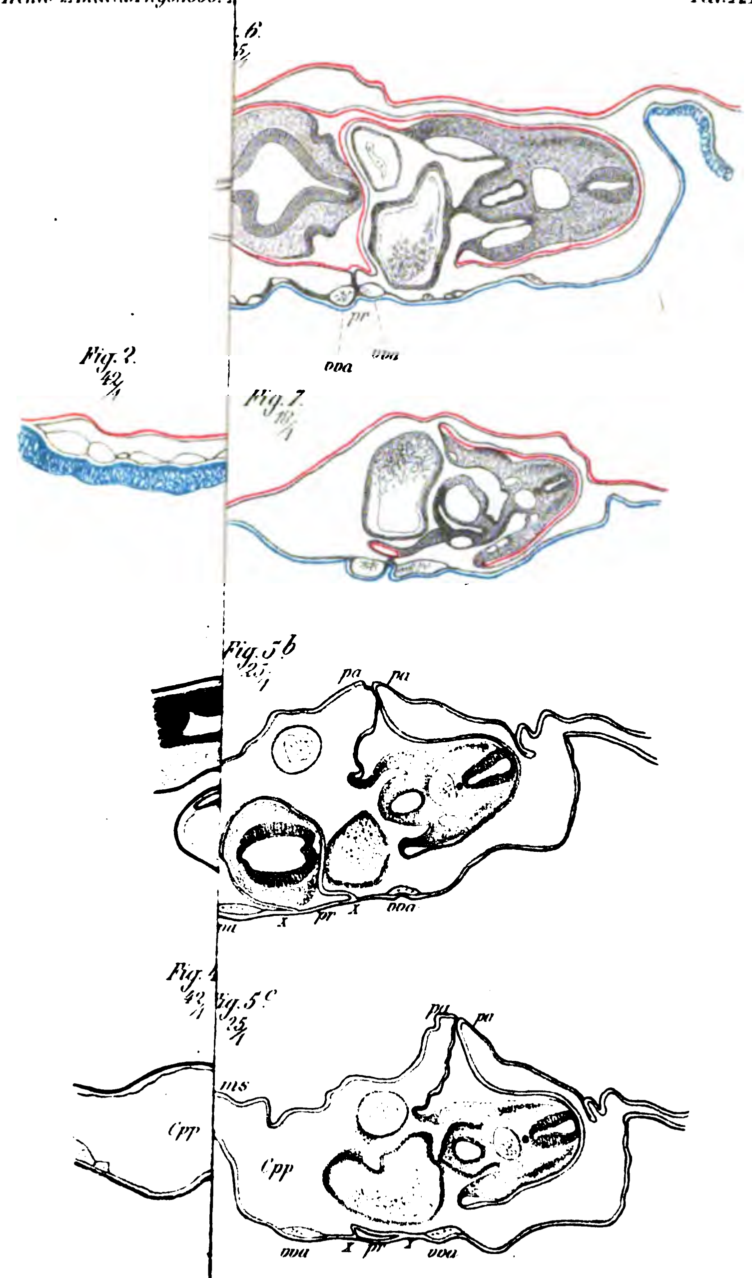
lien.



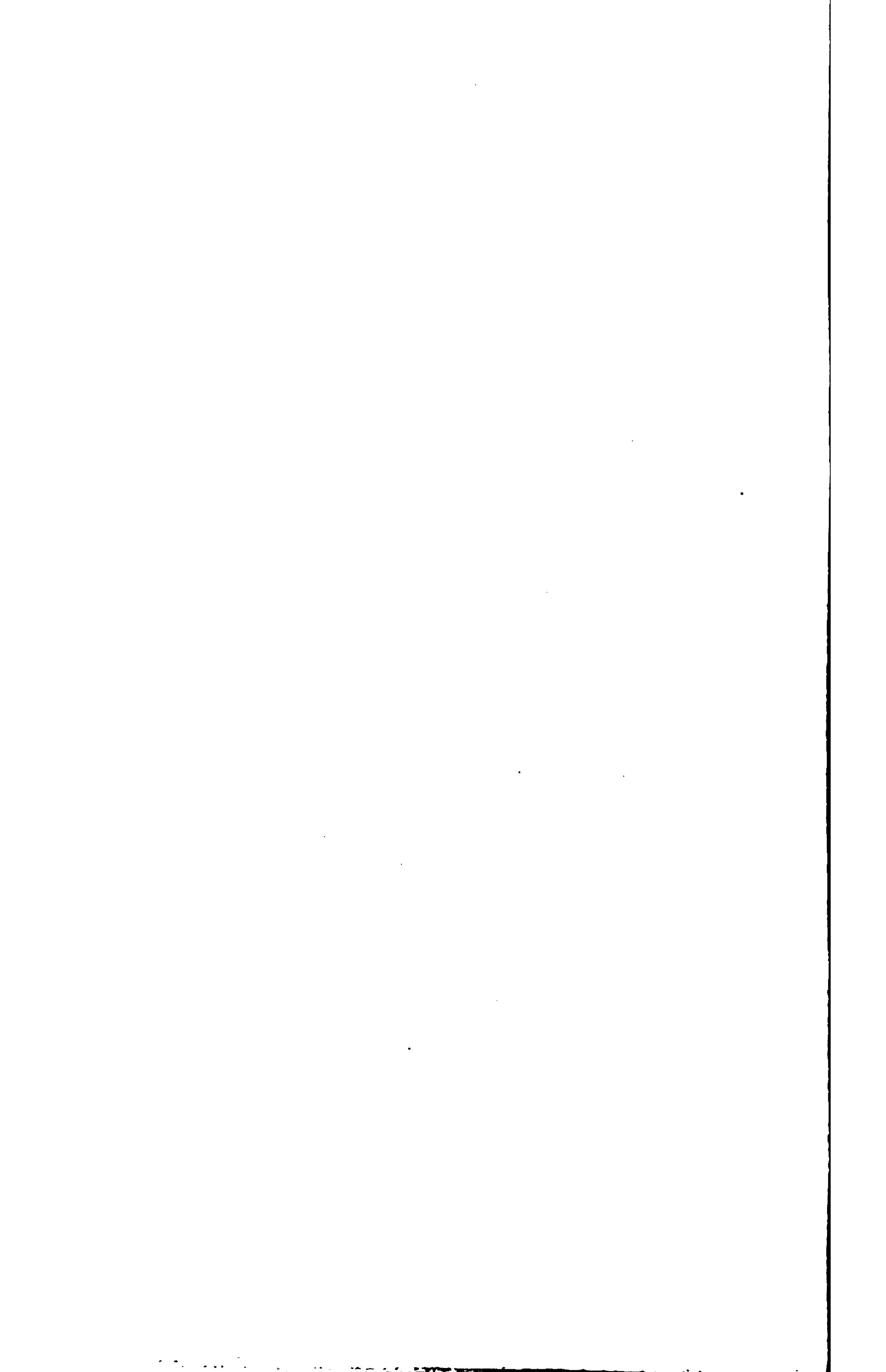

Fig. 1.
nfg
fs
fapg
fapc
nfc
n XII
V
fnl
fc
nl
fcl
oi
Fig. 2.
n XII
fs
fap
cr
V
fnl
faa
fcl
oi
p
faa
Fig. 3.
fng
fnt
V
pfa
ffg
foi
cd
fna
ng
cm
nt
fos
fcr
ffg
fna
n VIII
VII
VI
VII
n VIII
fls
fa VIII
ffg
na VIII
V
fcl
fct'
V
oi
l
os
fct

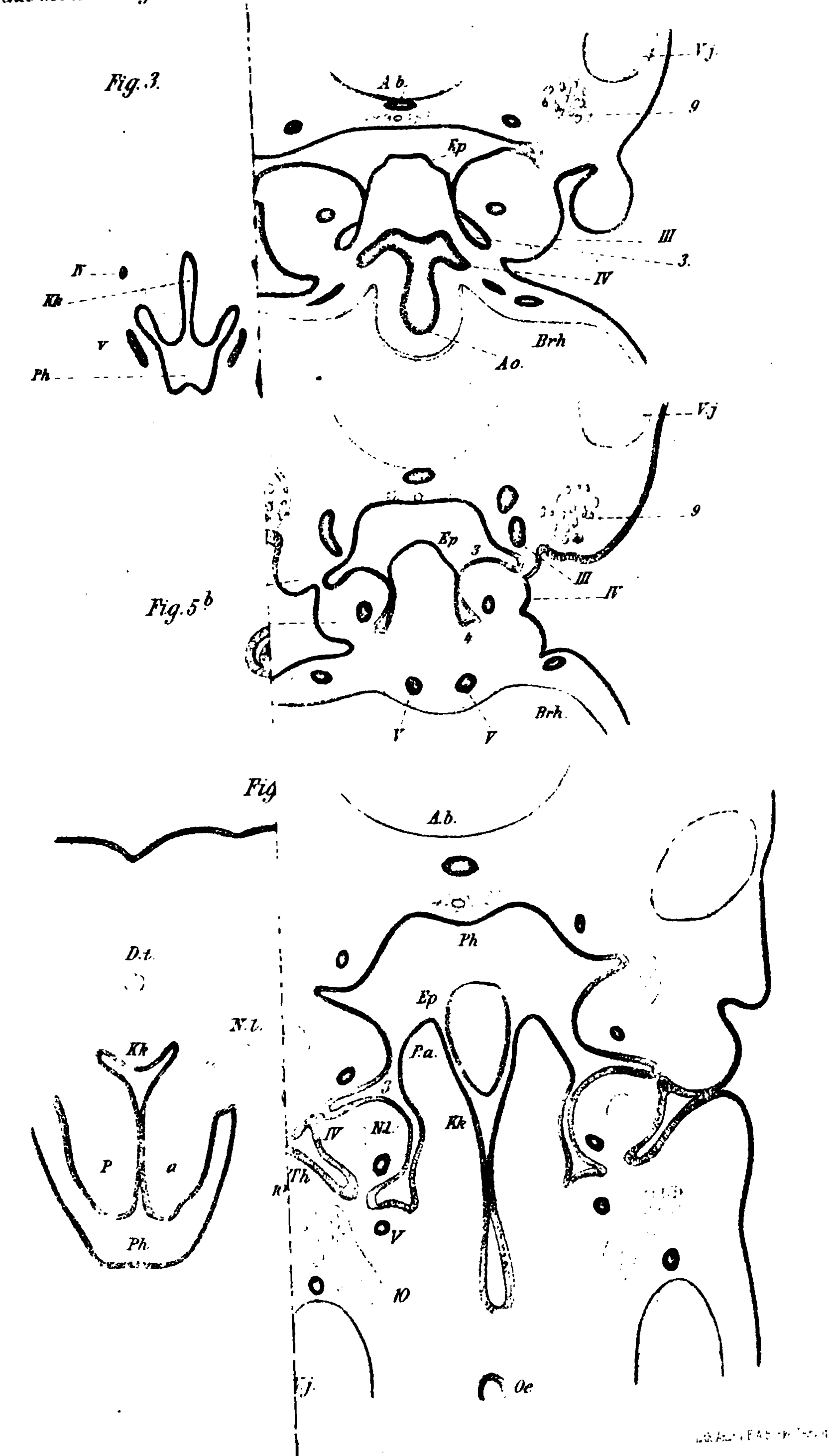
Veit & Comp.

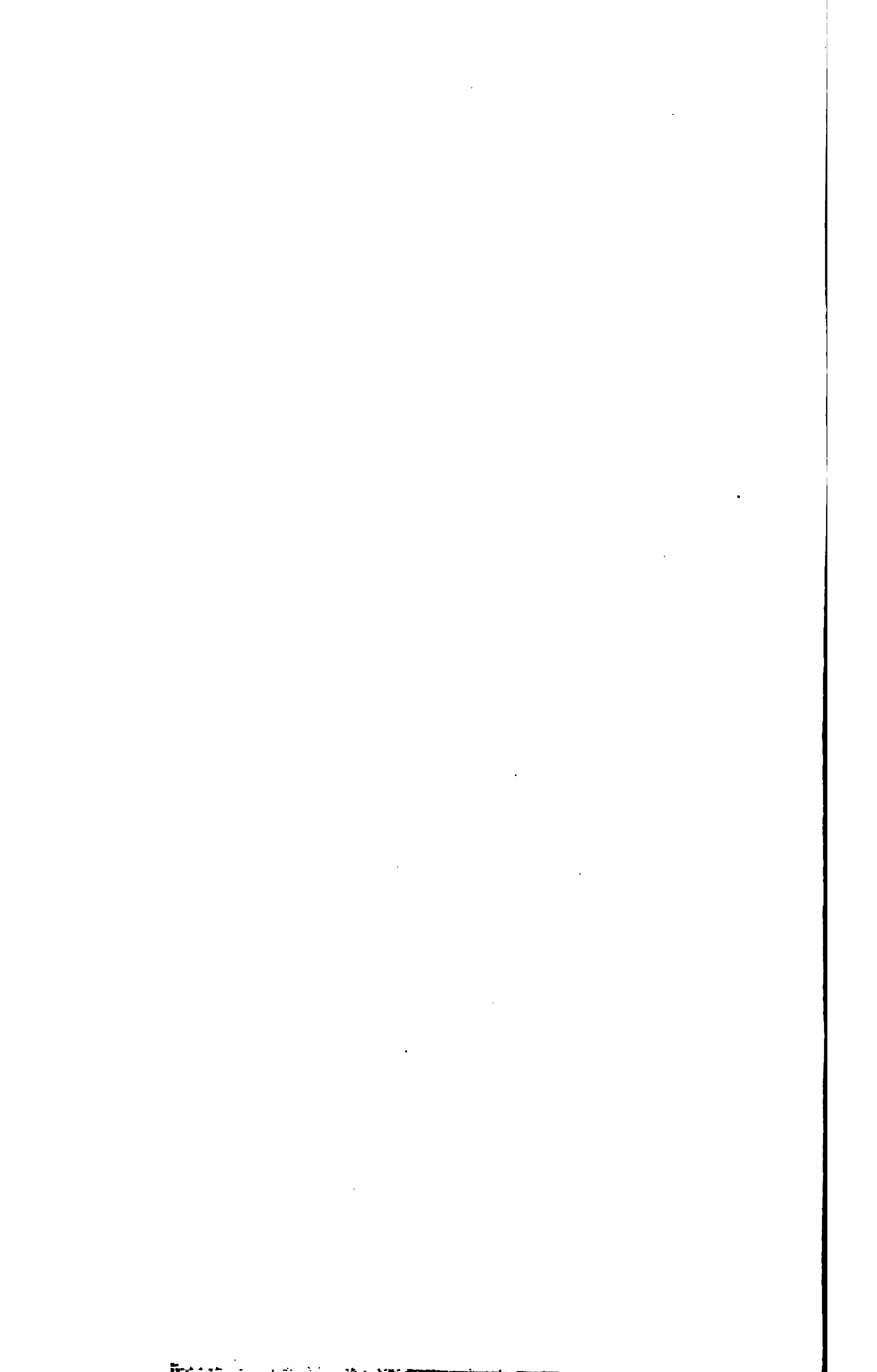


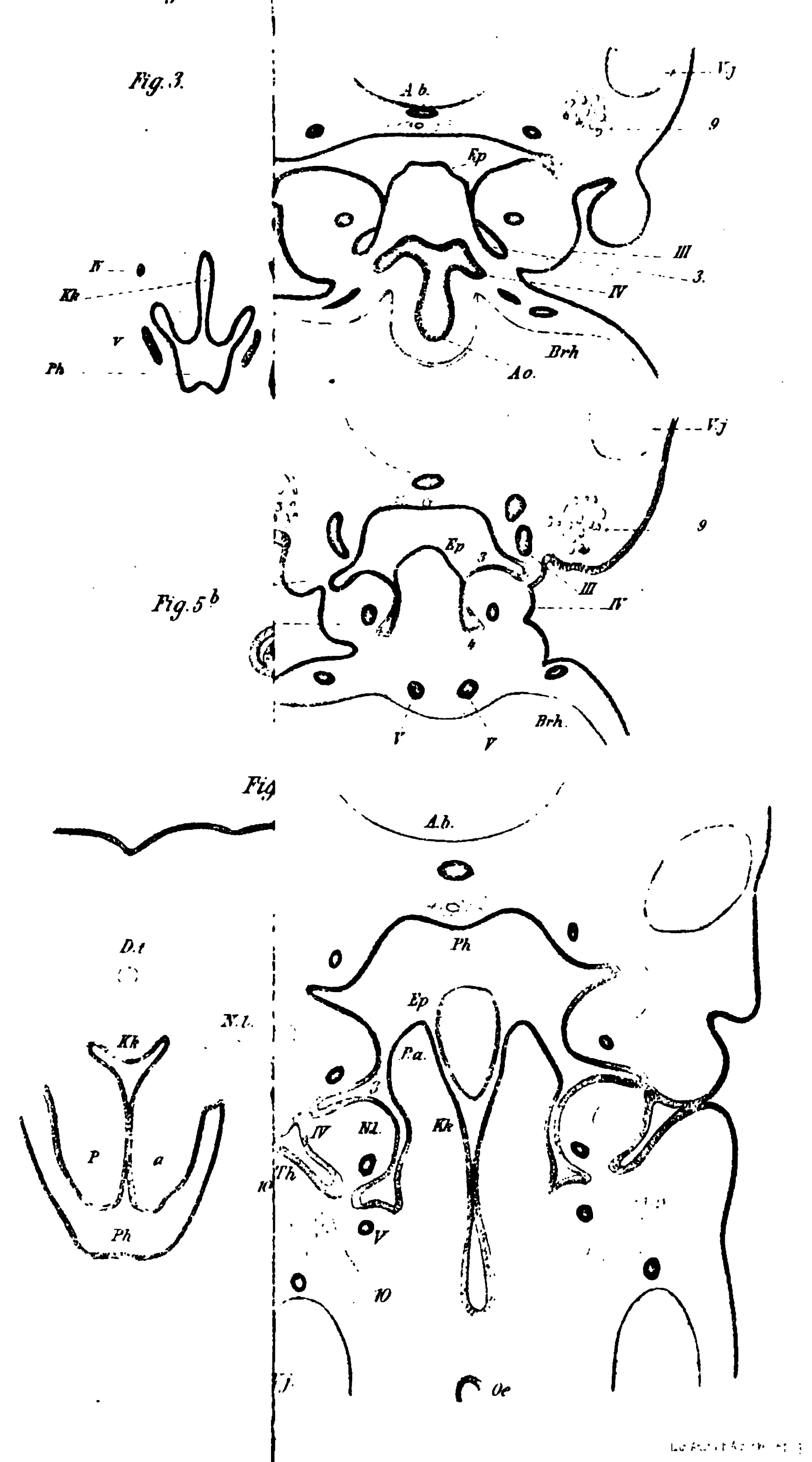


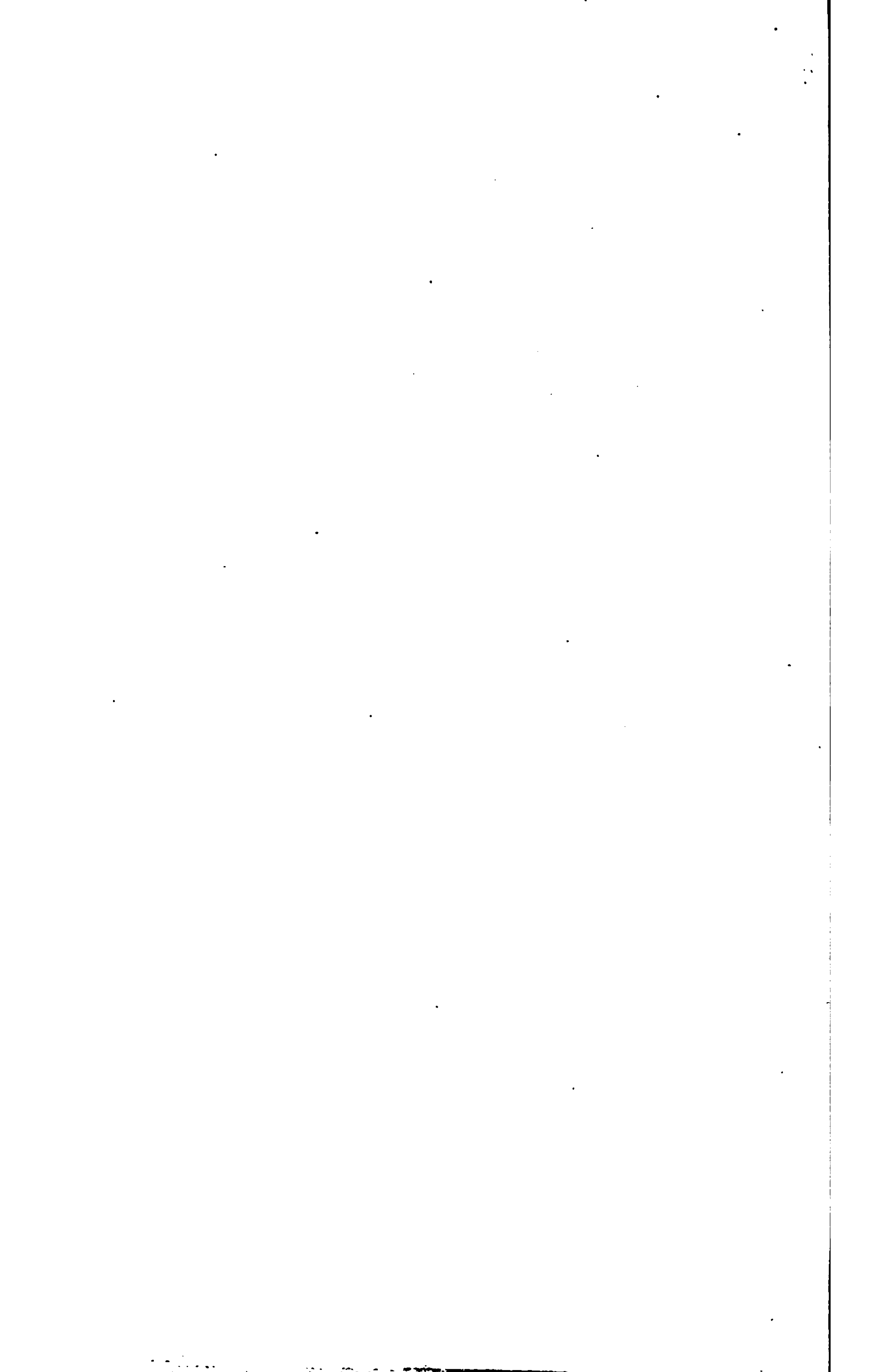
Lith. Anst. v. A. Funke, Leipzig.

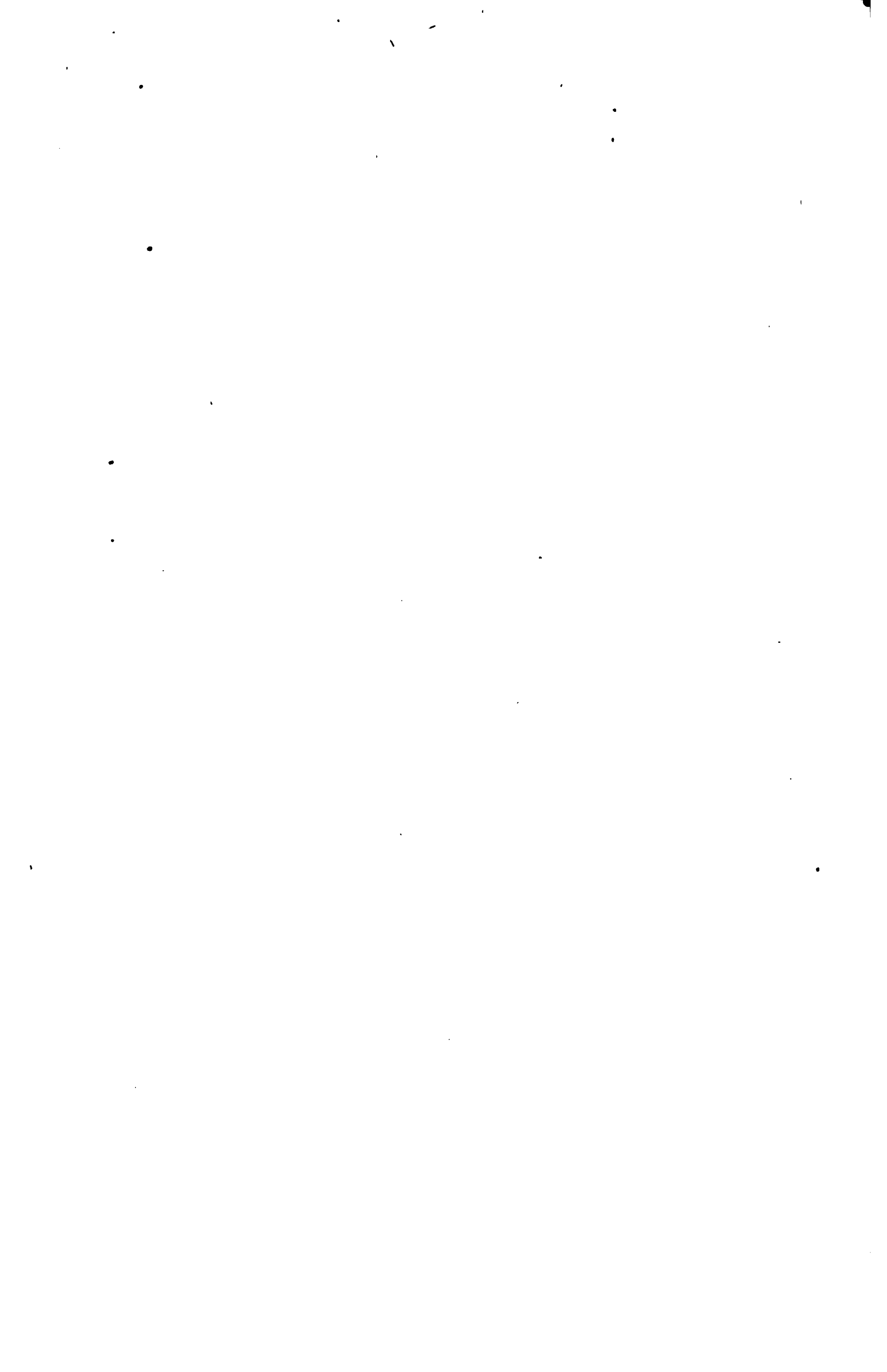


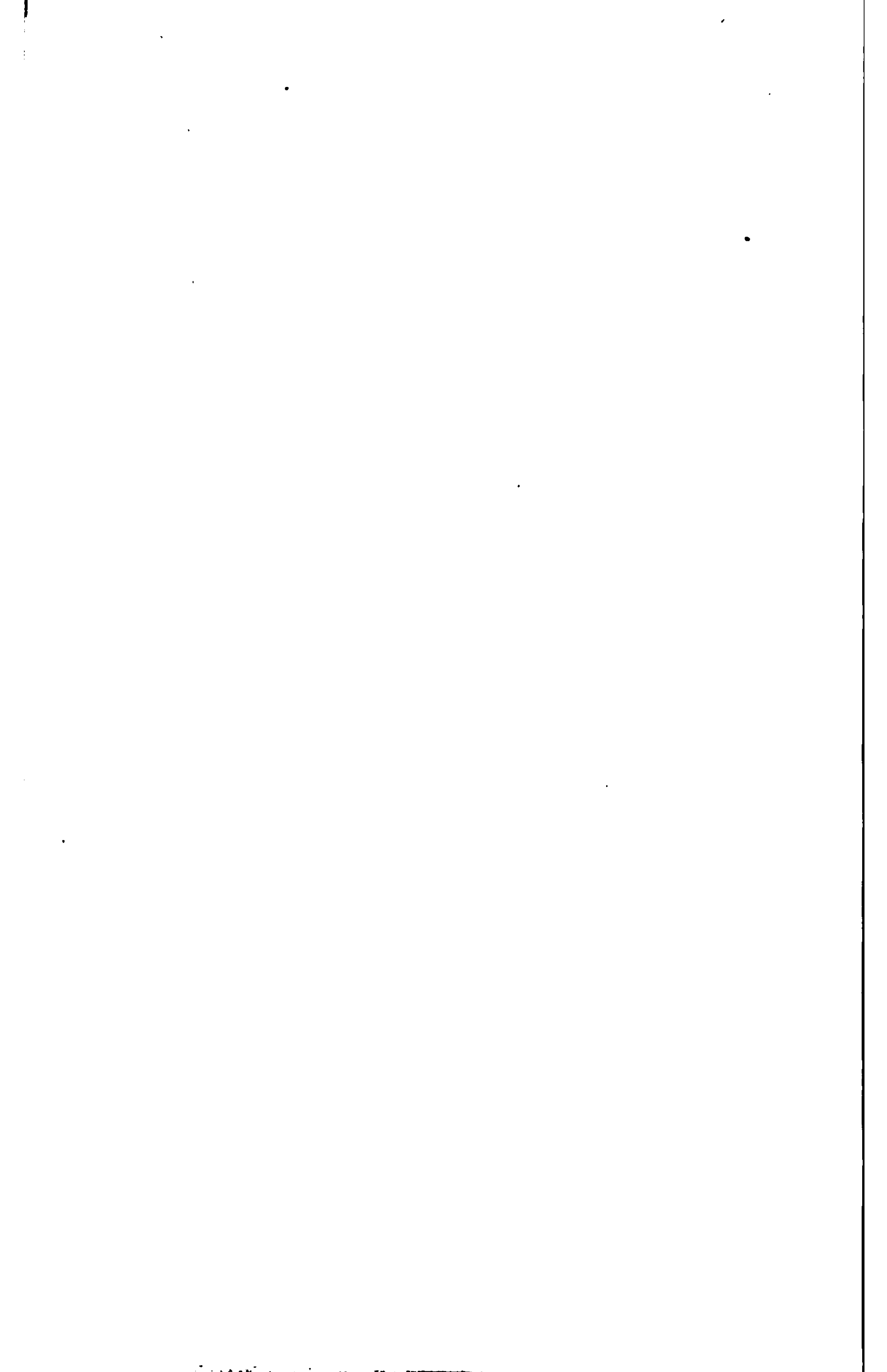

Fig. 3.
A b.
Vj.
9
Ep
III
3.
IV
Kk
V
Ph
Brh
Ao.
Fig. 5 b
Ep
3
III
IV
4
Brh
V
V
Fig
Ab.
D.t.
N.l.
Kk
P
a
Ph
Ph
Ep
P.a.
3
IV
N.l.
Kk
Th
V
10
Oe



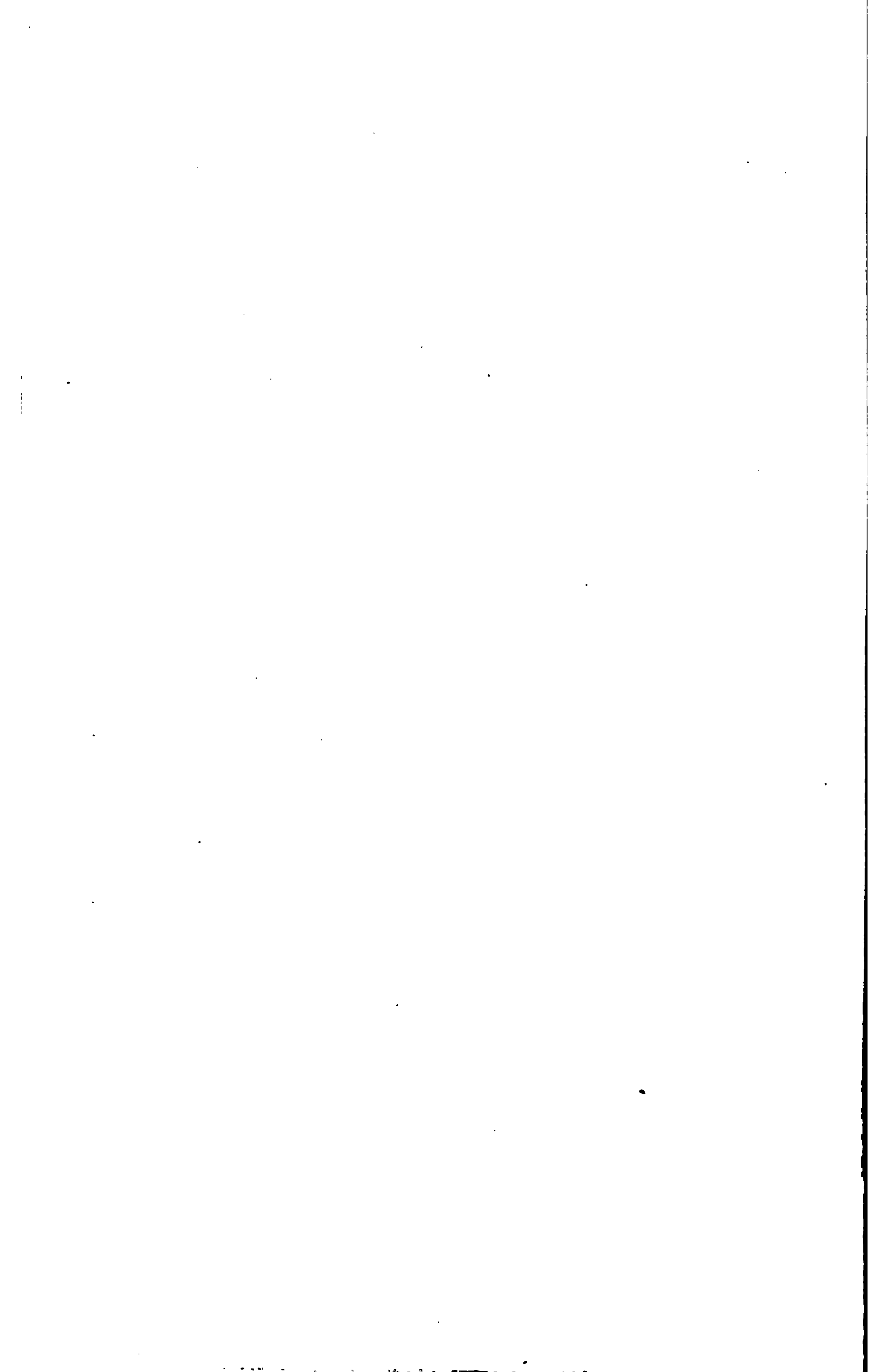

Fig. 3.
Fig. 5 b
Fig
A b.
Vj
9
Ep
III
3.
IV
Brh
Ao.
Kk
Ph
3
4
V
Ab.
Ph
D.t
N.l.
Pa.
Nl.
Th
10
Oe

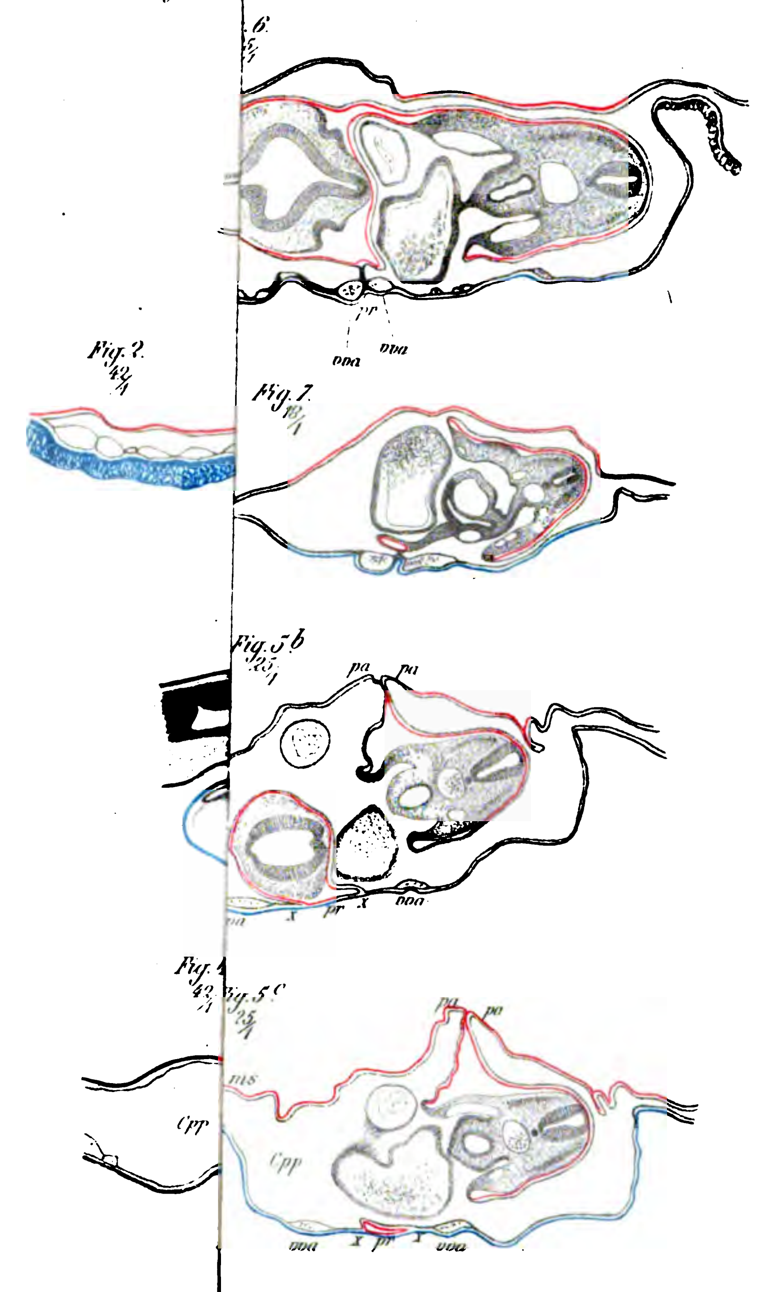


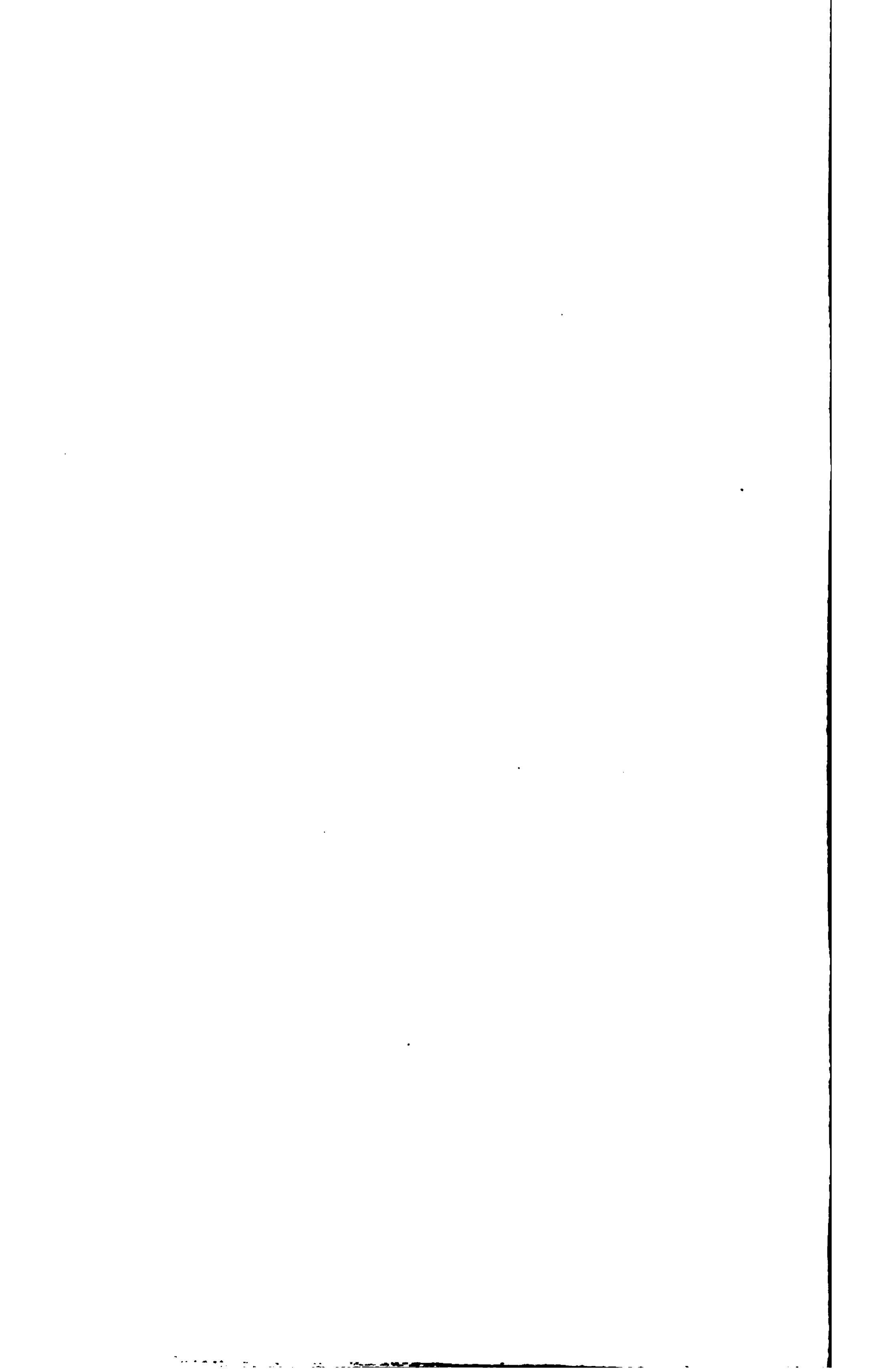


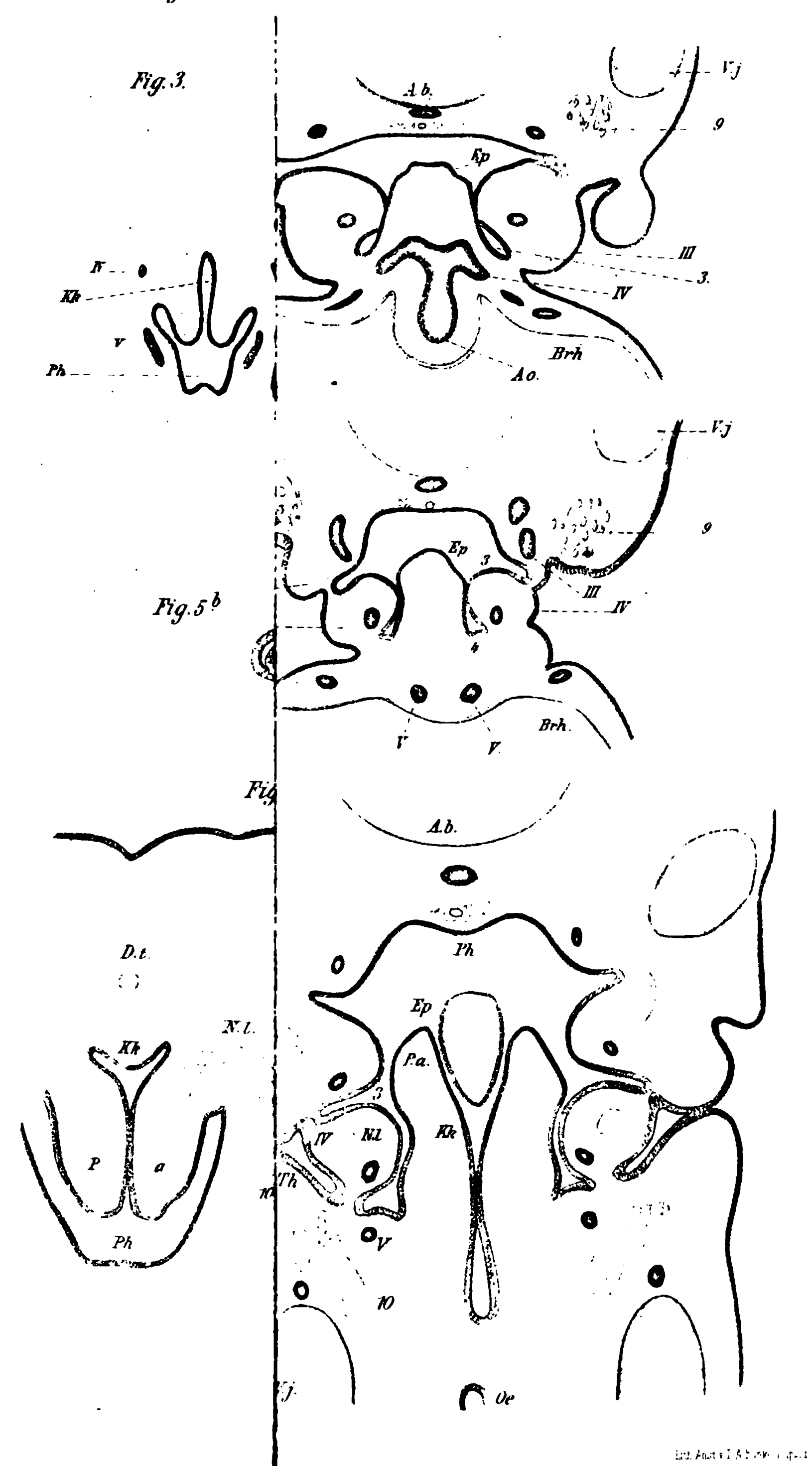







Fig. 6.
pr
ova
ova
Fig. 2.
42/1
Fig. 7.
18/1
Fig. 5 b
25/1
pa
pa
x
pr
x
ova
Fig. 4
42/1
Fig. 5 c
25/1
pa
pa
ms
Cpp
Cpp
ova
x
pr
x
ova




Fig. 3.
A.b.
Vj
9
Ep
III
3.
IV
Brh
Ao.
IV
Kh
V
Ph
Fig. 5 b
Vj
9
Ep
3
III
IV
4
Brh.
V
V
A.b.
D.t.
N.t.
Kh
P
a
Ph
Ep
P.a.
3
IV
N.l.
Kk
Th
V
10
Oe

